

Melhorias de logística interna com recurso a comboio logístico Swedwood Portugal – Indústria de Mobiliário

Ademar Henriques de Lima Sampaio Leite

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. José António Barros Basto

Orientador na Empresa: Engenheiro Miguel Montenegro Aguiar Araújo



FEUP

**Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica**

2013-07-03

Aos meus pais e irmã.

Resumo

O presente trabalho versa, principalmente, sobre o estudo e implementação de melhorias de logística interna. Mas também na redução de *Work In Process (WIP)*, superprodução e melhoria dos postos de trabalho, entre outros. Foram abordadas duas áreas distintas da fábrica: a embalagem e a orlagem de peças. Em ambos os casos, optou-se pelo uso de um comboio logístico (tipo *Mizusumashi*), sendo adaptado à realidade da fábrica e seu sistema de produção.

Inicialmente, o abastecimento de componentes para as linhas era realizado por meio de empilhadores e *stackers* e, no caso de uma das linhas de embalagem, também por um *trolley*.

O abastecimento não era normalizado. As paragens de linhas devido a falta de material eram constantes. De modo a evitar estas paragens eram intuitivamente criados *buffers* junto das linhas e em áreas-chave do processo de abastecimento.

Na abordagem feita na área de embalagem, o estudo concentrou-se tanto no abastecimento de produto semiacabado como no abastecimento de material de embalagem, matéria-prima. Para esta área foi projectado um sistema informático de transferência de informação. Na área da orlagem, realizou-se apenas o estudo para o abastecimento de matérias-primas: orlas e colas. O sistema de transferência de informação recorre a cartões *kanban*, e foram projectadas ferramentas que no futuro permitirão o nivelamento da produção.

Foram realizados estudos acerca da organização dos armazéns e *buffers* de material, com vista à reorganização dos mesmos de acordo com as necessidades das linhas de produção e a redução de inventários.

No término do período de estágio algumas das propostas resultantes do estudo, e que se apresentam neste documento, foram aprovadas pela direção da empresa e irão ser implementadas.

Improvement on Internal Logistics using a logistics train

Abstract

This paper deals mainly on the study and implementation of improvements on internal logistics. But also, in reducing Work in Process (WIP), overproduction and on the improvement of the border of line, among others. Two distinct areas of the factory were addressed, the packaging and edging pieces areas. In both cases, it was decided to use a logistics train (inspired on the *Mizusumashi* concept), being adapted to the reality of the factory and its production system.

Initially, the lines were supplied using forklifts and stackers and, in one of the lines in the packaging area, with a trolley.

The supply was not standardized. The line stops due to lack of material were constant. In order to avoid these stops, were intuitively created buffers along the lines and in key areas of the supply process.

When approaching the packaging area, the study focused on both WIP supply and packaging components, the raw material. A computerized system was designed to transfer information.

At the edging area, the study focused on the supply of raw materials: edges and glues. The system designed for information transfer uses *kanban* cards, and tools have been designed that will allow production leveling in the future.

Studies have been conducted on the organization of the warehouses and buffers, with the goal of reorganizing these according to the needs of the production lines and the reduction of inventories.

At the end of the internship some of the proposals resulting from the study, which are presented in this document, were approved and will be implemented.

Agradecimentos

Começo por agradecer ao Miguel Araújo pela confiança depositada e por toda a ajuda que me deu no desenvolvimento do projecto. Agradeço ao Pedro Sousa e à Zita Almeida por me receberem tão bem e pela disponibilidade em ajudar-me.

Deixo um agradecimento ao Søren Riis, por todos os ensinamentos que me passou, principalmente por me alertar para a importância de não ignorar o que se passa no chão de fábrica e da realidade para além dos números.

Quero agradecer, ao Nuno Alves, ao Pedro Coelho, ao Diogo Neto e ao Xian Wang pelo companheirismo, paciência e pelas risadas que sempre conseguimos dar mesmo sob o *stress* de trabalhar numa tão grande organização.

Às operadoras do *Packing* por me ajudarem a perceber a realidade da área e suas dificuldades.

Agradeço ao Ricardo Alves por estar a conceber o programa *KanMizu*. Ao Pedro Gonçalves e ao Nuno Figueiras, bem como a todo o pessoal do Departamento de Compras.

Ao João Silva pela oportunidade de desenvolver um projecto na *Edgeband & Drill* e ao Nuno Peixoto pela ajuda na compreensão da realidade da área.

Ao Armando Morado e ao Mário Ferreira pela confiança que depositam na implementação do projecto.

Reservo, também, um agradecimento especial ao professor José António Barros Basto pela ajuda, compreensão e enorme disponibilidade.

Agradeço aos meus amigos todo o apoio, entreaajuda e solidariedade que sempre tiveram comigo.

E por último, mas com o maior carinho, agradeço à minha família por não deixar de acreditar em mim e apoiar-me incondicionalmente.

Índice de Conteúdos

Resumo	iii
Improvement on Internal Logistics using a logistics train.....	iv
Abstract	iv
Agradecimentos.....	v
Siglas	viii
Índice de Figuras	ix
1 Introdução	1
1.1 Grupo IKEA e a Swedwood.....	1
1.1.1 Swedwood Way Of Production – SWOP	2
1.1.2 Swedwood Portugal.....	3
1.2 Identificação do projeto e áreas de intervenção.....	4
1.3 Método seguido no projecto	5
1.4 Temas Abordados e sua Organização no Presente Relatório	5
2 O Estado da Arte.....	6
2.1 Contextualização.....	6
2.2 Atingir QCD	7
2.2.1 Os Desperdícios – Muda	7
2.2.2 Os 5S	10
2.2.3 Normalização.....	11
2.2.4 Autonomiação – Jidoka	11
2.2.5 Troca rápida de ferramentas - SMED	12
2.2.6 Fluxo Contínuo – One-piece flow	12
2.2.7 Takt time e cycle time	13
2.2.8 Nivelamento – Heijunka.....	13
2.2.9 Fluxo de Logística Interna	13
3 Apresentação das áreas onde o projeto foi desenvolvido e seus problemas.....	16
3.1 Packing	16
3.1.1 Apresentação da área e fluxo de materiais	16
3.1.2 Buffer de Semiproduto.....	18
3.1.3 Armazém de Matérias-primas.....	19
3.2 Edgeband & Drill	21
3.2.1 Abastecimento de matérias-primas	22
4 Apresentação das soluções propostas para cada área no tocante aos modelos de abastecimento	23
4.1 Packing	23
4.1.1 Adaptação do atual sistema de abastecimento	23
4.1.2 Reorganização dos armazéns	25
4.1.3 Introdução do Comboio Logístico	26
4.1.4 Rotas do Comboio Logístico	28
4.1.5 Sistema informático de transferência de informação	30
4.2 Edgeband & Drill	31
4.2.1 Abastecimento de Orlas	32
4.2.2 Abastecimento de Sacos de Cola.....	33

4.2.3 Rota do comboio logístico e fluxo de informação	34
5 Temas abordados fora do âmbito do projeto	37
5.1 Formações SMED	37
5.2 Auditorias 5S ao Packing	37
5.3 Estudo do bordo de linha nas linhas de embalagem.....	38
6 Conclusões e sugestões para o futuro.....	40
Referências	41
ANEXO A: Ficheiros para a organização dos armazéns.....	43
ANEXO B: Ferramenta em <i>Microsoft Excel</i> para cálculo de paletes necessárias	45
ANEXO C: Cálculos para o abastecimento na <i>Edgeband & Drill</i>	46
ANEXO D: Formulário Auditorias 5S	48

Siglas

BoF – Board on Frame

HDF - High Density Fiberboard

JIT – Just-in-time

QCD – Quality, Cost and Delivery

SMED – Single Minute Exchange of Die

SPT – Sistema de Produção Toyota

SWOP – Swedwood Way of Production

WIP – Work in process

Índice de Figuras

Figura 1 - <i>Road map</i> Swedwood. (Fonte: Swedwood Portugal)	1
Figura 2 - Fotografia de caixilhos com enchimento de <i>honeycomb</i>	2
Figura 3 - Fotografia aérea das instalações da Swedwood Portugal. (Fonte: Swedwood Portugal)	3
Figura 4 - Organigrama do sector <i>BoF</i>	4
Figura 5 - Fluxos da fábrica <i>BoF Lacquer & Print</i>	4
Figura 6 - <i>Layout</i> e fluxo de materiais no <i>Packing</i>	16
Figura 7 - <i>Trolley</i> usado no abastecimento à linha <i>Genax I</i>	17
Figura 8 - <i>Buffer de Semiproduto</i>	18
Figura 9 - <i>Layout</i> do armazém de matérias-primas, excluindo Mezanino.	19
Figura 10 - Fotografia da zona de <i>Floor</i>	20
Figura 11 - <i>Layout</i> da <i>Edgeband & Drill</i>	21
Figura 12 - Percurso de uma peça dupla numa linha de orlagem.	21
Figura 13 - <i>Buffer</i> de material junto das linhas de orlagem.	22
Figura 14 – Actual preparação de lote no <i>stock point</i> de matéria-prima.	23
Figura 15 - Parte da simulação efectuada.	24
Figura 16 – Exemplo de hipótese de reorganização para o <i>Buffer de Semiproduto</i>	25
Figura 17 - <i>Layout</i> do <i>stock point</i>	26
Figura 18 - Proposta para o vagão de transporte de paletes. (Fonte: 4Lean)	27
Figura 19 - Rotas dos comboios logísticos para abastecimento às linhas <i>Genax</i>	28
Figura 20 - Área de preparação do comboio logístico com produto semiacabado.	29
Figura 21 - Área de preparação dos vagões no armazém de matéria-prima.	29
Figura 22 - <i>Template</i> do programa <i>KanMizu</i> no computador do comboio logístico.	30
Figura 23 – Desenho explicativo do fluxo de informação utilizando do programa <i>KanMizu</i>	31
Figura 24 - Vista do vagão projectado para o transporte de bobines de orla.	32
Figura 25 - Fotografia de um carregador de orla e silo de cola numa orladora.	33
Figura 26 - Vagão para o transporte de sacos de cola. (Fonte: 4Lean)	34
Figura 27 - Rota do comboio logístico no abastecimento das linhas de orlagem.	35
Figura 28 - Exemplo da Caixa Logística a implementar.	35
Figura 29 - Exemplo da caixa de nivelamento.	36
Figura 30 - Exemplos de <i>kanbans</i> a ser usados na <i>Edgeband & Drill</i>	36
Figura 31 - Posto de colocação de enchimento e caixa de ferragens.	38

Figura 32 - Posto de colocação de pernas metálicas.	38
--	----

1 Introdução

1.1 Grupo IKEA e a Swedwood

O Grupo IKEA foi fundado em 1943 por Ingvar Kamprad, sendo as iniciais do nome do seu fundador unidas com Elmtaryd e Agunnaryd, a quinta e a aldeia onde cresceu. Atualmente, os produtos para o lar, fundamentalmente o mobiliário, são a principal área de negócio. O grupo IKEA tem 290 lojas em 26 países e 40 lojas franchisadas, não pertencentes ao grupo, em 15 países. Distribuídos pelas várias empresas, fazem parte deste grupo cerca de 123 000 colaboradores.

Com uma gama de produtos de cerca de 9500, o grupo atingiu um volume de vendas de cerca de 21.5 mil milhões de euros em 2009. (IKEA 2013)

A Swedwood, é pertença do Grupo IKEA que é também o seu único cliente, sendo o ramo industrial do grupo e responsável pelo fabrico de mobiliário. Foi criada em 1991, com a compra de cinco fábricas de mobiliário. A visão do grupo é “A excelência na transformação de madeira em mobiliário” e o conceito industrial consiste em garantir uma *övertag* (vantagem competitiva) para o IKEA. Para tal definiu-se um mapa de objectivos – o *road map* da Swedwood – em forma de casa definindo bases e pilares de forma a atingir os objectivos definidos. Na Figura 1 apresenta-se o *road map*.

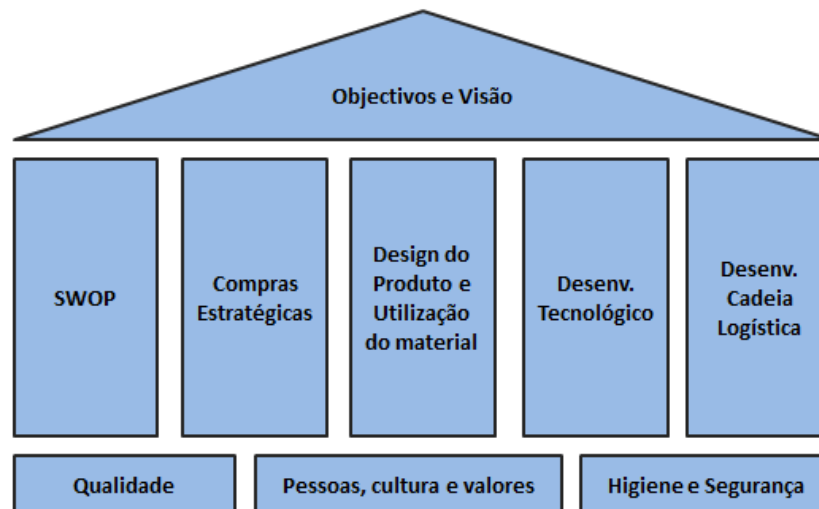


Figura 1 - Road map Swedwood. (Fonte: Swedwood Portugal)

No final de 1995 a Swedwood tinha 14 unidades produtivas e cerca de 3300 colaboradores. Atualmente tem cerca de 50 unidades fabris e escritórios distribuídos por 10 países e um número de colaboradores que ronda os 16500. Isto reflete-se num volume de produção global, de cerca de 100 milhões de móveis e componentes de madeira por ano.

Consoante o processo produtivo e os materiais utilizados, é possível definir 3 sectores: *Board On Frame* (BoF), *Flat Line* e *Solid Wood*.

No sector *BoF*, fabrica-se um caixilho com elementos de aglomerado de madeira (*Frame*) onde se insere um enchimento de *honeycomb* (“papel favo de mel”), ver Figura 2, e sela-se o conjunto com placas de HDF (*High Density Fiberboard* - placas compostas de fibras de

madeira), formando uma “*sandwich*” que em seguida é prensada. Posteriormente são orlados com orla plástica e pintados.



Figura 2 - Fotografia de caixilhos com enchimento de *honeycomb*.

Os produtos produzidos são essencialmente estantes, mesas e camas.

No sector *Flat Line*, a produção tem por base a melamina para produzir mobiliário de escritório e componentes para cozinhas. A melamina é um plástico, contudo o mesmo nome é dado a aglomerados de madeira revestidos de plástico de melamina, e é a este conjunto que se referenciará no presente texto.

O sector *Solid Wood* usa madeira maciça na produção de diversos tipos de componentes. (Swedwood 2013)

1.1.1 Swedwood Way Of Production – SWOP

O SWOP é a adaptação da filosofia de *Lean Manufacturing* à realidade Swedwood. Foi criado um departamento, com o mesmo nome, que é responsável pela sua implementação.

Os valores SWOP são os quatro valores Swedwood: Pessoas, Simplicidade, Empreendedorismo e Baixo Custo. Sendo que o SWOP assenta a sua base de trabalho nos seguintes princípios:

- Trabalho em equipa – o trabalho em equipa desenvolve o conhecimento global dos intervenientes, o que leva ao desenvolvimento da Swedwood;
- Normalização – Assente na criação de *standards* partindo do melhor exemplo. E na melhoria com base nos ciclos PDCA (*Plan-Do-Check-Act*);
- Melhoria Contínua – “o objectivo é aumentar a eficiência através da melhoria contínua do trabalho, não trabalhando mais mas trabalhando melhor”
- Valor para o cliente – através dos três princípios descritos pretende-se atingir valor para o cliente. (Fonte: SWOP)

1.1.2 Swedwood Portugal

Fundada em 2007, a Swedwood Portugal situa-se na zona de Seroa, concelho de Paços de Ferreira. O complexo está dividido em dois sectores, *BoF* e *Flat Line*, com três fábricas, para além de um armazém de produto acabado do sector *BoF*, denominado *Warehouse*, Figura 3.

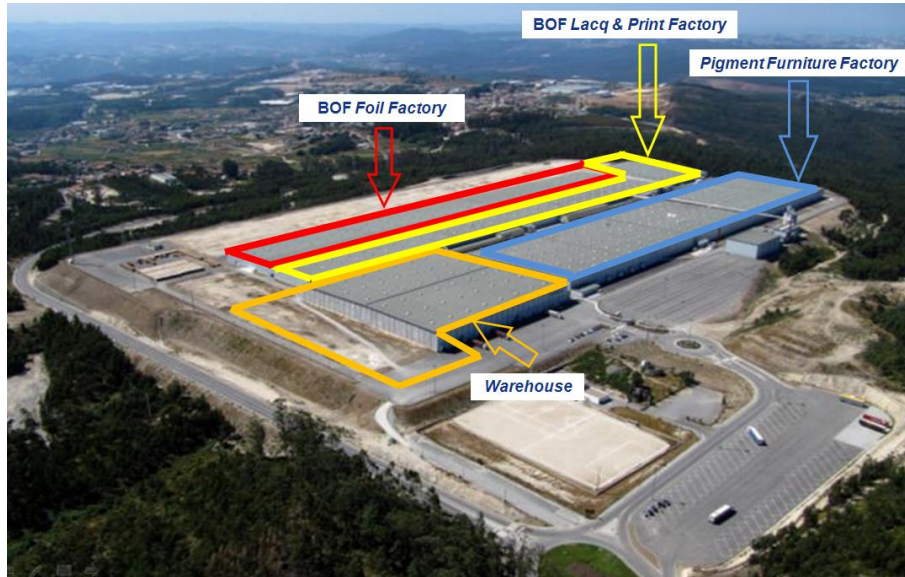


Figura 3 - Fotografia aérea das instalações da Swedwood Portugal. (Fonte: Swedwood Portugal)

Dentro do sector *BoF*, operam a *BoF Lacquer & Print* e *BoF Foil*, inaugurada em 2012. Na primeira, o tipo de produção é o explicado na secção 1.1 deste texto. Já na *BoF Foil*, ao invés de um quadro cria-se uma placa de *honeycomb* com ripas de aglomerado de madeira nas margens.

Por fim as placas são revestidas com papel folheado, cortadas e as peças obtidas são orladas.

Em ambos os casos também são fabricados componentes para móveis em melamina, contudo, internamente só se procede ao corte, furação e orlagem de alguns destes componentes.

A terceira fábrica, *Pigment Furniture*, pertence ao sector *Flat Line* e produz componentes para cozinhas.

A Swedwood Portugal conta com cerca de 1400 colaboradores, laborando cinco dias por semana (de segunda a sexta-feira), 24 horas por dia divididas em 3 turnos de 8 horas.

A Swedwood Portugal exporta cerca de 90% da produção. Os países de destino são Espanha, França, Canadá, Estados Unidos da América, Hong Kong, China, Austrália, Japão, Malásia, Singapura e Taiwan.

Em seguida, na Figura 4, apresenta-se o organigrama da empresa. No entanto, a empresa encontra-se em processo de reestruturação pelo que este organigrama em breve estará desatualizado.

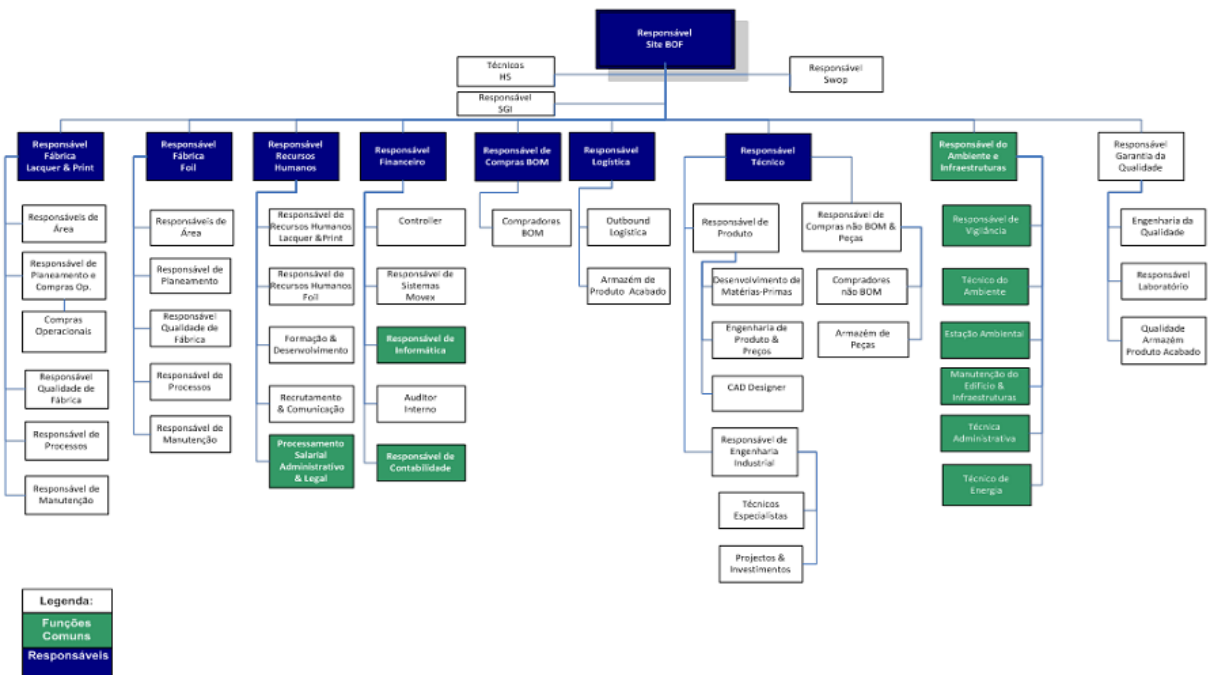


Figura 4 - Organograma do sector BoF.

1.2 Identificação do projeto e áreas de intervenção

O projeto desenvolvido surge da política de redução de desperdícios e custos, e procura de melhorias da empresa.

Foi realizado na fábrica BoF Lacquer & Print, da qual se passa a fazer uma breve descrição do seu fluxo produtivo e do seu layout.

A primeira fase de produção dá-se na área de corte (*Cutting*), onde se cortam os diferentes componentes de madeira. Em seguida, cria-se um caixilho de aglomerado de madeira, preenchido com enchimento de *honeycomb* e colado entre duas placas de HDF e prensa-se o conjunto (*Frames & Cold Press*), as faces laterais das peças são depois orladas e furadas (*Edgeband & Drill*), pintadas (*Lacquering*) e por último embaladas (*Packing*), ver fluxo a verde na Figura 5. As placas de melamina, primeiro são cortadas (*Cutting*), seguidamente orladas e furadas (*Edgeband & Drill*) e por último são embaladas (*Packing*) – fluxo vermelho da Figura 5. Ao longo de todo o processo os lotes de peças são empilhados e transportados em cima de placas de madeiras denominadas *Base Boards*.

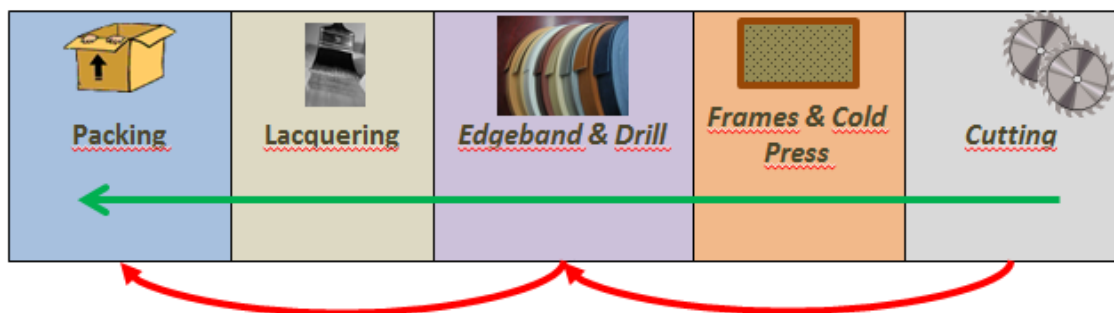


Figura 5 - Fluxos da fábrica BoF Lacquer & Print.

Inserido no departamento SWOP, o projeto desenrolou-se nas áreas de *Packing* e *Edgeband & Drill*. Em ambos os casos, foram identificados desperdícios com transportes e inventários. A redução destes desperdícios e consequente implementação de melhorias foram o foco principal do projeto.

Optou-se pelo estudo de uma solução com recurso a comboio logístico, tendo por base o sistema *Mizusumashi* mas adaptando-o à realidade da empresa e políticas do grupo.

1.3 Método seguido no projecto

Numa fase inicial, foi feita uma análise do tipo de transporte de material utilizado no *Packing*. Foi estudada a viabilidade de manter o tipo de transporte existente todavia alterando o método. Concluiu-se que tal seria possível, no entanto poder-se-iam obter mais ganhos adoptando uma solução com recurso a comboio logístico.

Procedeu-se ao estudo com base no método explicado em (Coimbra 2009) para a implementação de *Mizusumashi*. No entanto, foi necessário adaptá-lo à realidade da área, nomeadamente à impossibilidade de alterar o bordo-de-linha e a necessidade de manter como unidade de carga a palete.

Para esta área, foi necessário fazer um estudo acerca dos armazéns de matéria-prima e produto semiacabado, de modo a organizá-los e a rentabilizar os espaços existentes. Definiu-se que o método de diferenciação seria o tempo de consumo de cada paleta de material na linha.

Definiu-se um plano de implementação faseado, partindo do atual sistema de abastecimento, mas introduzindo um conjunto de regras que condicionam a acumulação de materiais e as movimentações desnecessárias, até à introdução do comboio logístico.

No caso do estudo efectuado na *Edgeband & Drill*, este versou o abastecimento de bobines de orla e sacos de cola às linhas. O método utilizado foi o mesmo, embora com constrangimentos e necessidades diferentes.

Neste caso já existe uma área de armazenamento de materiais normalizada pelo que se concentrou o estudo no abastecimento propriamente dito.

1.4 Temas Abordados e sua Organização no Presente Relatório

No presente capítulo é feita uma breve introdução à empresa onde o projeto foi desenvolvido. São apresentadas as áreas de intervenção e foi efectuado um resumo descritivo do projeto.

No segundo capítulo, apresenta-se o estado da arte e conteúdos considerados importantes para o desenvolvimento, implementação e evolução do projeto.

No terceiro capítulo procede-se a uma descrição pormenorizada das áreas de intervenção e dos problemas a solucionar, aos quais é dada uma resposta no quarto capítulo do texto.

O quinto capítulo aborda outros trabalhos desenvolvidos no decorrer do período de estágio.

Por último, no sexto capítulo da obra, são apresentadas conclusões e sugestões para o futuro do projeto e da organização.

2 O Estado da Arte

No culminar da Segunda Grande Guerra, todo o Japão estava devastado. A indústria tinha sido destruída e era necessário reconstruir toda uma nação e, acima de tudo, o orgulho de um povo.

Num discurso emitido a 15 de Agosto de 1945, altura em que o Japão aceita os termos da Declaração de Potsdam e consequente rendição, o Imperador Hirohito afirma: “Unam toda a vossa força, para se dedicarem à construção do futuro. Cultivem os caminhos da rectidão, promovam a nobreza de espírito e o trabalho com afinco – para que possam aumentar a glória inata do Estado Imperial e acompanhar o progresso do mundo”. (Hirohito 1945)

Esta frase é o espelho do que, hoje, é o Japão e a sua indústria. Para tornar o Japão numa potência industrial, muito contribuíram pessoas como Taiichi Ohno, Eiji Toyoda, Masaaki Imai e Shigeo Shingō, entre outros, que desenvolveram uma nova forma de pensar a produção.

2.1 Contextualização

A postura adoptada pela indústria Japonesa após a Segunda Guerra Mundial, foi virada essencialmente para o cliente, focando-se na Qualidade, Custo e Entrega (*QCD – Quality, Cost and Delivery*). As suas bases assentaram na eliminação de desperdício, na melhoria contínua (*Kaizen*) dos processos de produção, e com a ideia de que se devem concentrar recursos onde se faz o dinheiro: no chão de fábrica (*Gemba*). (Imai 1997)

Esta forma de pensar a produção deu origem a variadas filosofias, nomeadamente o Sistema de Produção Toyota (SPT), *Lean Manufacturing* e *Gemba Kaizen*.

De referir que o SPT, consultar Ohno (1988), começou a ser desenvolvido na Toyota após o fim da segunda guerra mundial por Taiichi Ohno. E terá sido o rastilho para o desenvolvimento de todas as outras filosofias. O sistema desenvolveu-se devido à necessidade de conseguir competir com a indústria automóvel norte-americana e garantir *QCD*. A base do sistema é a eliminação de desperdícios e está assente em dois pilares: a autonomação (em japonês, *Jidoka*) e o princípio de *just-in-time (JIT)*, que serão explicados ao longo do texto.

A filosofia *Lean Manufacturing* pode ser considerada a adaptação do SPT à realidade produtiva ocidental, surge por volta da década de 70. E foca-se bastante no estudo da cadeia de valor (*value stream*) (Jacobs, Chase, and Chase 2010) como forma de reduzir custos e eliminar desperdícios. Para melhor entender esta filosofia consultar Womack and Jones (2010).

O *Gemba Kaizen*, tem um foco substancial na melhoria contínua (*Kaizen*) de processos de produção partindo da análise das atividades no chão de fábrica e dos operadores (*Gemba*). Masaaki Imai é o principal impulsor desta filosofia, que descreve em Imai (1986) e Imai (1997) .

Estas metodologias não estagnaram, tal como a indústria não o fez, e estão em constante evolução. Muitas filosofias similares surgiram desde os anos 50, e muitas mais surgirão no futuro. Por essa razão, neste texto, optou-se por não concentrar as ideias apenas num sistema. Procurou-se dar uma explicação de várias ferramentas complementares para o cumprimento dos objectivos de Qualidade, Custo e Entrega, no contexto da indústria moderna, mais

concretamente na do mobiliário e tendo em conta a realidade da empresa onde o projeto foi desenvolvido.

2.2 Atingir QCD

A produção em massa é caracterizada por ser um tipo de produção empurrada (*push*), em que se “empurra” o produto para o cliente. Isto é, produz-se em grandes quantidades e de acordo com previsões de vendas de modo a atingir um custo mais baixo e com a ideia de que o mercado absorve toda a produção. Como tal, geram-se elevados *stocks* de produto acabado mas também de matérias-primas e produto em curso de fabrico. No entanto, com o desenvolvimento das filosofias enunciadas em 2.1, surgiu um novo modelo de produção, produção puxada (*pull*). Produz-se o necessário quando é necessário, isto é, produz-se a quantidade exata e apenas quando surge uma necessidade por parte do cliente, sendo o mercado quem comanda a produção. Eliminam-se os elevados *stocks* de produto acabado, e atinge-se o melhor custo com o mínimo de recursos possível, pois todo o sistema produtivo está orientado do cliente para o fornecedor.

É necessário garantir uma resposta rápida às necessidades do mercado e garantir que não existem roturas de *stock*. Para tal, numa produção puxada, todos os intervenientes da cadeia de valor são clientes entre si, e os produtos são entregues a cada cliente no momento exato em que são necessários, *just-in-time* (Satoglu and Sahin 2013). Sempre que uma área a jusante (um cliente) consome uma peça, despoleta uma nova ordem de fabrico para repor aquela peça.

Para que tudo isto seja possível, é necessário aplicar um conjunto de ferramentas, algumas das quais vão ser explicadas em seguida, nomeadamente as relevantes para o projeto desenvolvido e para a melhor compreensão de filosofias abordadas em 2.1. A implementação avulsa de ferramentas não garante a obtenção dos objectivos de QCD, pois complementam-se. Convém não esquecer que, tal como as filosofias, que geraram estas ferramentas, o processo de implementação é contínuo e o sucesso da implementação não é imediato.

2.2.1 Os Desperdícios – Muda

“Um dia, depois de observar com atenção o trabalho dos operadores no *gemba*, Taiichi Ohno disse aos trabalhadores: “Posso pedir-vos para conseguirem pelo menos uma hora de trabalho útil por dia?” (Imai 1997). Claro que Taiichi Ohno, se terá apercebido de que os operadores não estariam desocupados e que esta frase não terá caído bem a quem tem um trabalho tão duro como muitas vezes é o de operador numa linha produção. No entanto, Ohno não se estava a queixar de preguiça, mas sim da existência de tarefas e práticas desnecessárias que não representam valor: desperdícios, que em japonês se diz *Muda*.

Ohno, percebeu que numa fábrica há desperdícios que devem ser eliminados e categorizou-os em sete categorias:

1. Desperdício de superprodução

“Há dois tipos de superprodução: a quantitativa e a antecipada.” (Shingō 1989) Considera-se que na primeira estamos a lidar com um excesso de produção em relação às verdadeiras necessidades. E na segunda, fala-se de produzir antes de surgirem as necessidades do mercado, contrariando-se assim os princípios do *JIT*.

Quer num caso quer noutro, produz-se a mais ou antecipadamente com o intuito de criar uma margem de segurança. No entanto esta ideia não podia estar mais errada. Senão vejamos, ao

produzir antecipadamente, há todo um consumo de recursos desnecessário. Isto é, consome-se matéria-prima antes do necessário, desperdício de horas de trabalho e maquinaria, com todo o consumo energético associado, é necessário garantir espaço para armazenar os produtos, e, no caso de produtos perecíveis, há que garantir que não se deterioram (mais recursos desnecessários). A acrescentar a isto, os custos com logística interna. Mais, todos estes custos levam a uma perda de liquidez, baixando os índices de rotação de material e incorre-se no risco de não escoar o material, perdendo todo o dinheiro investido nessa produção.

Quando se fala em superprodução em excesso, a questão que surge é outra, mas nem por isso as consequências deixam de ser graves. Por detrás do excesso de produção podem esconder-se outros problemas mais complexos, que normalmente se encontram subjacentes a esta ideia. Ao produzirmos um lote maior do que o necessário, podemos, ou temos o intuito, de eliminar a existência de produtos defeituosos e outros problemas de qualidade, mascarando eventuais problemas de configuração das máquinas ou falhas de operadores, entre outros. Em suma, ao produzir mais do que o necessário, não se está a corrigir eventuais falhas do processo produtivo mas sim a ignorá-las.

2. Excesso de inventário

Este desperdício é o resultado direto do desperdício de superprodução. Não é mais do que a existência de material em excesso, seja na forma de produto acabado ou de elevados lotes de transferência, isto é *WIP*. Nenhum material que não o que está em trabalho introduz valor. (Imai 1997) Reduzir as quantidades em *stock* de produto acabado, pode não parecer benéfico do ponto de vista da resposta rápida às necessidades. No entanto, ao fazê-lo estamos a dispensar espaço de armazenamento e todos os custos inerentes à gestão desse espaço e dos produtos, e estamos a trabalhar no caminho do *JIT*. O ideal seria não ter *stocks* de produto acabado, e sincronizar toda a produção de modo a responder às necessidades apenas quando estas aparecem.

Ao reduzir os lotes de transferência, muitos outros problemas se tornam visíveis. Quanto maiores são os lotes de transferência maior é a necessidade de espaço entre diferentes etapas de produção, maior será o período de espera de um processo em relação ao outro (em caso de falha de um processo a montante há que contar o tempo de correção do problema e o tempo de produção do novo lote de transferência). A juntar a tudo isto, maior é a probabilidade produzir sucata ou peças para retrabalho devido à ignorância de um defeito que é apenas detectável na etapa seguinte.

Em suma, operar em *JIT* e ter um lote de transferência mínimo (uma peça, *one-piece flow*), ajuda a descobrir problemas e consequentemente a procurar melhorias e potencia a redução de custos.

3. Defeitos

A existência de defeitos é talvez o tipo de desperdício cuja eliminação é mais consensual e fácil de assimilar. A correção de um defeito através de retrabalho leva ao aumento de custo da peça retrabalhada, a não correção, sucata, leva à perda de todo o valor da peça, portanto os defeitos apenas acarretam custo tornando a produção mais cara. Um defeito pode aparecer devido a vários factores, desde o *setup* da máquina, mau projeto da peça, desgaste de componentes da máquina, escolha errada de matéria-prima, ou mesmo por má concepção da máquina em si. "... uma máquina com elevada cadência de produção pode produzir um numero elevado de peças defeituosas antes de ser parada." (Imai 1997) É imperativo que os

defeitos sejam eliminados na raiz, e não ignorados e compensados com recurso a superprodução e/ou retrabalho.

4. Transportes

“...todas as atividades logísticas devem ser consideradas um desperdício.” (Coimbra 2009) É com isto em mente que devemos olhar para todas as movimentações de material, dentro e fora da fábrica. Nenhuma movimentação de *WIP*, matéria-prima ou produto acabado introduz valor.

Logicamente, que com o recurso, cada vez maior, a operadores logísticos, a logística externa deixou de ser gerida na sua totalidade no seio da estrutura da empresa. No entanto, toda a logística interna é, na maior parte dos casos, da sua responsabilidade.

É muito comum encontrar em empresas meios de movimentação de materiais tais como empilhadores, porta-paletes, tapetes de rolos ou cintas, pontes rolantes, elevadores e *trolleys*. Estes meios podem parecer bastante eficazes, simples e muitas vezes até a melhor forma de encurtar os custos com logística interna. Contudo, por mais modernos e funcionais que sejam não deixam de ser um desperdício.

São exemplos de desperdícios dentro do próprio desperdício com transportes: a falta de flexibilidade de um tapete de rolos, a falta de capacidade de transporte de um empilhador, o que leva a um elevado número de movimentações em vazio e o tempo de subida e descida de um elevador.

Qualquer melhoria que se possa introduzir para diminuir transportes pode representar uma enorme vantagem competitiva para a organização.

5. Movimentos Desnecessários

Todos os movimentos realizados por um operador que não introduzem valor devem ser considerados desperdício. Por exemplo, quando um operador tem que se baixar para retirar uma peça de uma paleta que em seguida coloca numa caixa a altura superior, ou quando necessita de cumprir uma grande distância para ir buscar uma ferramenta. Através do estudo das movimentações realizadas pelos operadores é, muitas vezes, simples eliminar este desperdício implementando pequenas melhorias.

6. Desperdício devido ao processamento

Todas as atividades que garantem mais qualidade do que a necessária, todos os erros devido a mau equipamento ou desenho da peça, bem como todos os *inputs* que acabam por não introduzir valor na peça. Por exemplo, após a pintura estabelecer um tempo de cura superior ao necessário, proteger peças de *WIP* e mais tarde retirar as proteções para novo processamento.

Nem sempre é necessário grandes investimentos e melhorias para eliminar este tipo de desperdício, frequentemente as soluções encontradas são bastante simples e pouco dispendiosas.

7. Tempos de espera

Os tempos de espera são devidos à existência de inventários, desperdício já abordado. Mas não só, todo o tempo de espera devido a avarias e também quando um operador é apenas responsável por monitorizar o trabalho efectuado por uma máquina.

Sempre que um operador ou uma máquina têm que esperar para iniciar o processamento de uma peça a organização está a perder dinheiro sob a forma de recursos não utilizados. Qualquer peça que fica parada de modo a criar inventário (*buffer*) entre duas etapas não introduz valor. “Porque é que as pessoas não aceitam isto como um desperdício? Porque aprenderam que o inventário tem um propósito, ou é a consequência da optimização de outra variável...” (Coimbra 2009) No entanto, a criação de um fluxo contínuo (de preferência unitário), pode ajudar a resolver esta questão. Muitas vezes, apenas por apostar na redução de *stocks* intermédios, atingem-se grandes ganhos e a eficiência do processo aumenta. A gestão desta questão com o objectivo de redução de *stocks* e consequentemente tempos de espera é a mais correta, olhar para este problema no sentido inverso só introduz mais desperdício.

A estes sete desperdícios, Jeffrey K. Liker e David Meier, adicionaram o desperdício de talento, que consiste no não aproveitamento de capacidades, ideias e melhorias por descartar a opinião de colaboradores. (Liker 2006)

2.2.2 Os 5S

Os 5S são um conjunto de procedimentos que levam a um ambiente mais limpo e organizado na fábrica ou nos escritórios. São cinco procedimentos que se complementam, e os “S” são as iniciais da palavra japonesa para cada procedimento:

- *Seiri* (Triagem)
- *Seiton* (Organização)
- *Seiso* (Limpeza)
- *Seiketsu* (Normalização)
- *Shitsuke* (Autodisciplina)

A triagem consiste em identificar o que é útil e indispensável do que é inútil e dispensável, e consequentemente eliminar do posto de trabalho o que é desnecessário. Em suma, apenas se mantêm o essencial, tudo o resto é descartado. Implementar o primeiro “S”, pode ser tão simples como colocar uma etiqueta vermelha em tudo o que se considera desnecessário e após uma análise mais profunda retirá-lo do posto de trabalho.

De nada serve a triagem se em seguida não se apostar em organizar o posto de trabalho. Isto é, há que identificar todos os elementos, e os lugares onde são colocados e desenvolver uma ordem para a organização dos elementos. Não basta eliminar o inútil se, uma vez desorganizados, perdemos tempo e energia a procurar o que necessitamos.

Reduzir tudo ao essencial e ter tudo organizado é fundamental, mas tal como numa casa, organização e simplicidade devem ser complementadas com limpeza. Portanto, numa fábrica, limpar deve fazer parte das tarefas dos operadores, todos devem ter orgulho em manter o posto de trabalho limpo e a evitar sujar. Para além disso, ao limpar acabamos por inspecionar a área e as máquinas. Manter a área limpa, ajuda a identificar situações de perigo, tais como óleo no chão e motiva as pessoas, uma vez que a sujidade torna o ambiente mais pesado e apela à preguiça.

Aplicar os três primeiros “S” tem que ser complementado com uma etapa de normalização/sistematização dos procedimentos, para que não se retorne a uma situação de falta de organização e limpeza. É necessário incutir a cada operador a importância dos três primeiros “S”, garantido que são cumpridos. Há que estabelecer períodos para cada um dos

“S” e identificar quem são os responsáveis por cada tarefa, por vezes a criação de tabelas com tarefas e responsáveis ajudam à normalização numa fase precoce.

No entanto, é necessário garantir que estes hábitos não se perdem, há que manter estes hábitos. É aí que entra a autodisciplina de cada operador. Para que tal aconteça é necessário explicar bem a importância dos 5S no seio da fábrica e manter os operadores motivados em relação a esta questão. Isso pode ser feito através do reconhecimento e diferenciação de quem cumpre.

“É um facto que: uma fábrica limpa e arrumada tem uma produtividade maior, produz menos defeitos, cumpre com mais facilidade os prazos e é mais segura.” (Hirano 1996)

“É evidente que a adopção dos 5S se adapta bem a empresas produtoras pois garante uma plataforma, que com pouco esforço, leva à organização necessária para cumprir com vários requisitos/*standards* internacionais.” (Gapp, Fisher, and Kobayashi 2008).

2.2.3 Normalização

Implementar *standards* e operar com base nestes, é um garante da qualidade, pois todos fazem o mesmo, e ajuda na manutenção da cadência produtiva, porque devem fazê-lo ao mesmo ritmo. (Toyota) O estabelecimento de *standards*, potencia a procura de melhorias uma vez que após a estandardização se devem procurar melhores formas de executar uma tarefa. Para tal, é importante perceber os ciclos SDCA (*Standardize-Do-Check-Act*) e PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) para que todo o processo de melhoria e estandardização se desenvolva sem problemas. Numa primeira fase, analisa-se o procedimento atual e deve escolher-se e estandardizar, aquele que é mais confortável e seguro para o operador mas sem comprometer a produtividade, custos e qualidade do produto - *Standardize*. Seguidamente, implementa-se o *standard* - *Do*. Depois há que verificar o cumprimento do *standard* - *Check*. E finalmente, estabilizar o processo e estabelecer novas metas - *Act*. Cumpre-se então o ciclo SDCA, e na busca de melhorias o ciclo PDCA que se passa a explicar. Primeiro, planeia-se a introdução de um novo procedimento, isto é, estabelece-se uma nova meta - *Plan*. Como no ciclo SDCA segue-se a fase de implementação e verificação. Numa última fase, estandardiza-se o procedimento.

Não se deve olhar para os *standards* como uma imposição mas sim como a melhor forma de executar uma tarefa, sendo a mais simples e segura. Os *standards* são as melhores formas de preservar o conhecimento acerca de um procedimento, pois este está documentado. Permitem também a criação de índices de eficiência e ajudam na identificação das causas para um problema do processo, para além de serem uma boa base para a procura de melhorias. (Imai 1997)

2.2.4 Autonomiação – Jidoka

Autonomiação, ou *jidoka* em japonês, é a introdução de funções humanas nas máquinas. Isto é, passar algumas das funções que tradicionalmente só podem ser realizadas por um operador para uma máquina. Por exemplo, detecção de defeitos ou da última peça e consequentemente pararem.

Com a autonomiação, deixa de ser necessário um operador por máquina para controlar a produção. Pelo contrário, os operadores têm apenas que se concentrar em abastecer as máquinas, sendo que muito frequentemente um operador consegue abastecer mais do que uma

máquina. Assim, diminui-se o número total de operadores necessários e logicamente os custos. (Shingō 1989)

2.2.5 Troca rápida de ferramentas - SMED

SMED são as iniciais de *Single Minute Exchange of Die*, significa troca de ferramenta num tempo não superior a 9'59'' (daí *Single Minute*). É uma técnica desenvolvida por Shigeo Shingō e é aplicada na diminuição do tempo de *setup*. É fundamental que os *setups* sejam rápidos pois não são operações que introduzam valor e limitam a janela de tempo para produção, assim, *setups* rápidos garantem mais flexibilidade.

É necessário conhecer alguns conceitos antes de explicar em que consiste o SMED, nomeadamente as noções de Atividade Externa e Interna ao *setup*. Quando falamos de atividades internas estamos a referir-nos a atividades que têm forçosamente que ser efectuadas aquando do *setup*, sem produção, e como tal com a máquina parada. As atividades externas são todas as atividades que podem ser feitas antes (*pré-setup*) e depois do *setup* (*pós-setup*), com a máquina em andamento, no entanto não deixam de ser atividades ligadas ao *setup*. Tendo isto presente, segue-se uma breve descrição das técnicas SMED, que permitem a redução dos tempos de *setup*.

1ª - Separar atividades internas de externas, e realizar as últimas fora do *setup*;

2ª – Converter atividades internas em atividades externas;

Seguidamente, para as atividades internas:

3ª, 4ª e 5ª – Utilizar ferramentas que realizem as mesmas funções, reduzindo o tempo perdido com escolha de ferramentas, por exemplo, chaves inglesas. Se possível, eliminar apertos, ou reduzir o tempo com apertos recorrendo a porcas diferentes. Por exemplo, porcas de orelhas; Construir mecanismos que eliminem a necessidade de calibrar máquinas, por exemplo formas para posicionar materiais numa furadora.

6ª – Realizar tarefas em paralelo, quando possível;

7ª – Eliminar ajustes;

8ª – Investir em mecanismos que agilizem as trocas; (Shingō 1989)

No entanto, podem surgir novas técnicas e outras formas de melhoria podem ser usadas, complementando ou substituindo técnicas de SMED. (McIntosh et al. 2000)

2.2.6 Fluxo Contínuo – One-piece flow

A visão tradicionalista da produção em massa funciona geralmente com recurso a grandes *stocks* intermédios. Como já foi dito devemos encarar os *stocks* como desperdícios, e o *stock* intermédio ideal é o unitário, *one-piece flow*. “ Na escola quando tens as repostas certas para um teste tiras a nota máxima. A resposta certa é o *one-piece flow*.”, (Liker 2006).

Senão vejamos, o tempo de processamento de um lote de transferência que não o unitário será sempre a soma do processamento de todas as peças do lote. Ora, uma vez que as peças são processadas por várias máquinas o tempo final de processamento de cada peça será a soma dos tempos de processamento do total do lote em cada máquina, isto ignorando os tempos de transporte e de *setup* das máquinas, bem como o desperdício devido à espera entre máquinas.

Pelo contrário, quando se considera um lote de transferência unitário o tempo final de processamento de uma peça será a soma dos tempos de processamento de uma só peça, bastante menor que no caso anterior.

O fluxo contínuo é, então, uma das melhores maneiras de reduzir desperdícios e tornar uma fábrica *lean*.

2.2.7 Takt time e cycle time

Takt vem do termo em alemão para batuta, *taktstock*, sendo que *takt time* é a divisão do tempo disponível de produção pelo total de unidades pedidas pelo cliente “... é o número mágico porque é o pulso do mercado. Este é o número pelo qual toda a gente na empresa se deve reger” (Imai 1997) Por outro lado o *cycle time* é o tempo que cada operador demora a realizar uma operação.

Se o *cycle time* de todas as operações for inferior ao *takt time*, a produção estará em avanço em relação ao mercado e isso resulta numa antecipação e consequente armazenamento de produto, *stock*, ou em alguns casos num excesso de produção. Por outro lado, se o *cycle time* de todas as operações for superior ao *takt time* a produção está em atraso e consequentemente haverá falta de produto acabado. Há que jogar com os dois tempos e aproximar o *cycle time* ao *takt time*.

2.2.8 Nivelamento – Heijunka

Considere-se que numa fábrica não se produz apenas um produto e que mesmo com um produto único pode haver diferentes modelos ou possibilidades de personalização. O normal é produzir lote a lote. No entanto, graças ao fluxo unitário, é possível planear a produção para uma sequência de produção de vários produtos ao longo de um determinado período de tempo. Assim, é possível estar mais sincronizado com o consumo real do mercado. A isto, chamamos de nivelamento da produção, ou em japonês *Heijunka*.

Por exemplo, considere-se que numa fábrica de telemóveis se produzem 4 modelos, o modelo T1, T2, T3 e T4. O produto com maior consumo será o T1 com 200 telemóveis/dia, seguido de T2 com 50% do valor de consumo de T1; T3 e T4 com consumo igual e de cerca de 25% de T1.

Numa produção não nivelada, para um dia, produzir-se-ia primeiro 200 unidades de T1, depois 100 unidades de T2 e em seguida 50 de T3 e por fim 50 unidades de T4. Ora o mercado não consome por esta ordem, e contraria-se o conceito de *JIT* e porventura o fluxo contínuo.

Numa produção nivelada, a ordem de produção para um dia seria a repetição da seguinte sequência: 4 unidades de T1 seguidas de 2 unidades de T2, uma unidade de T3 e uma unidade de T4.

2.2.9 Fluxo de Logística Interna

Como já se disse, devemos considerar os transportes como desperdícios, uma vez que não são operações que introduzem valor. No entanto, é impossível eliminar todos os transportes. Por exemplo, os transportes devido ao abastecimento de linhas produção são essenciais ao funcionamento da fábrica, pelo que se devem procurar soluções o mais eficientes possível. Para solucionar este problema é comum decidir-se pela movimentação de grandes quantidades

de material. No entanto, esta noção não podia estar mais errada. Ao longo deste texto, abordaram-se temas como o desperdício devido a *stocks*, *one-piece flow* e nivelamento da produção, um sistema que assente na transferência de grandes quantidades de material contraria todos estes princípios.

Seguidamente, será abordado um conceito de logística interna que potencia o fluxo contínuo e ajuda na eliminação de vários desperdícios.

Antes de se pensar em como transportar, há que organizar o que vai ser transportado, os materiais. Para que o *pull system* não falhe é necessário que os materiais estejam sempre disponíveis para responder a tempo às necessidades do mercado. Disponíveis, não significa em grande quantidade, mas sim pequenas quantidades de vários materiais. Impondo uma localização fixa para cada material e através da gestão visual, o controlo dos materiais torna-se bastante mais simples, a reposição de material é gerida pelo consumo, garantido o cumprimento do conceito FIFO (*First In First Out*). Para além disso, o acesso aos materiais deve ser fácil e estes devem estar armazenados de maneira a que o seu manuseamento seja simples. (Coimbra 2009) Este é o conceito de Supermercado, “...armazéns descentralizados espalhados pelo chão de fábrica que servem como lojas de peças para as linhas de montagem” (Faccio, Gamberi, and Persona 2013). Foi desenvolvido por Taiichi Ohno e implementado na Toyota em 1953 sendo inspirado nos supermercados americanos. (Institute, Marchwinski, and Shook 2003)

Uma vez organizados os materiais define-se como se fará o abastecimento. De forma a reduzir desperdícios com movimentações é necessário um meio de transporte capaz de transferir um grande conjunto de materiais diferentes por ciclo de abastecimento. Surge assim o *Mizusumashi*.

O sistema pode ser comparado ao de um comboio ou do metropolitano. Há uma locomotiva, *tow-truck*, que puxa vagões com os diferentes tipos de material a abastecer, formando um comboio logístico. O *Mizusumashi* tem uma rota e um tempo por viagem fixo. O início e o fim de cada viagem é o Supermercado, o operador recolhe os materiais necessários e durante a rota distribui-os por cada posto, recolhendo as caixas ou contentores vazios, consequentemente é um sistema de transporte normalizado. Este processo é em tudo semelhante ao do metropolitano, em cada estação entram e saem passageiros e a rota é sempre a mesma. No entanto, é necessário saber o que transportar e quando fazê-lo, o trabalho do *Mizusumashi* é mais do que apenas transporte de material, também é transferência de informação, que neste caso é feita com recurso a *Kanbans*.

Kanban é uma palavra japonesa cujo significado literal é cartão ou placa. Todavia, os *kanbans* não têm que ser obrigatoriamente cartões, sendo que o objectivo é a transferência de informação. Os *kanbans* podem ser vários tipos, desde *kanbans* electrónicos (*eKanban*) a simples marcações no chão.

Porém, independentemente do “veículo” há que considerar dois modelos distintos de *kanban* ligados a logística interna, os de transporte e os de produção. Em ambos os casos, os *kanbans* estão ligados ao recipiente usado para transporte. Assim que se inicia o consumo do material o *kanban* de transporte é retirado. O *Mizusumashi*, responsável pelo abastecimento, leva o *kanban* de transporte até ao supermercado onde retira um novo recipiente, nesse recipiente está um *kanban* de produção, troca os *kanbans* e o de produção segue para o processo imediatamente anterior, sendo que se torna numa ordem de produção, para repor o material no supermercado. (Sugimori et al. 1977)

É então que entra o conceito de nivelamento da produção, e o sequenciamento, através de *Heijunka Boxes*, *Leveling Boxes* e Sequenciadores que mais não são do que mecanismos de gestão de transporte e da produção de uma linha tendo por base o conceito de Nivelamento já abordado.

Nas *Heijunka Boxes* surgem as ordens para dia de produção, sob a forma de *kanban*. Seguidamente, para cada dia, há que fazer o nivelamento da produção, e os *kanbans*, são transferidos para uma *Leveling Box*, onde são organizados para um período de produção equivalente ao tempo por rota do *Mizusumashi*, que se encarrega de transferir os *kanbans* da *Leveling Box* para a linha, iniciando a produção. (Coimbra 2009)

3 Apresentação das áreas onde o projeto foi desenvolvido e seus problemas

No presente capítulo faz-se uma apresentação aprofundada do problema. Com base na descrição e *layouts* das áreas de intervenção e os fluxos de materiais.

3.1 Packing

3.1.1 Apresentação da área e fluxo de materiais

O *Packing* é a última área de processamento de material, onde se procede à embalagem dos componentes para a posterior montagem do móvel pelo cliente final. Para além dos armazéns de matéria-prima e produto semiacabado, é composta por três linhas: a linha *Kalfass*, dedicada à embalagem em filme de plástico e duas linhas *Genax*, dedicadas à embalagem em caixa de cartão. As linhas recebem a denominação de acordo com o fabricante. Isto é, no caso das linhas *Genax* corresponde ao fabricante da máquina onde se dobram e colam as caixas, na linha *Kalfass* corresponde ao fabricante da máquina para envolver as peças com filme plástico. Nas linhas *Genax*, as caixas circulam numa linha de rolos onde cada operador coloca os elementos referentes ao seu posto, na linha *Kalfass* os elementos são introduzidos manualmente num tapete rolante e atravessam as diferentes etapas de filmagem.

O modo de embalagem difere de produto para produto consoante os requisitos IKEA. No final de cada linha as embalagens são colocadas em paletes e enviadas para o armazém.

Em seguida apresenta-se na Figura 6 um desenho do *layout* da área e dos fluxos de matérias-primas e de produto semiacabado.

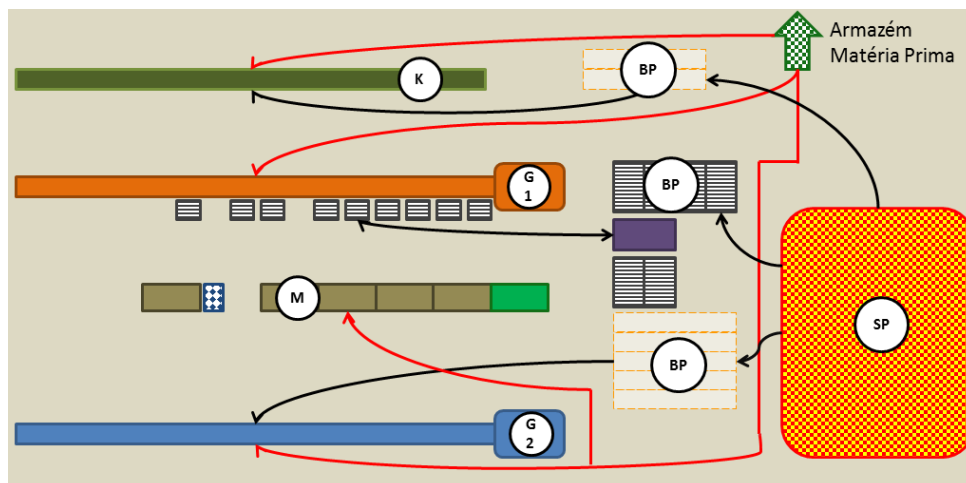


Figura 6 - *Layout* e fluxo de materiais no *Packing*.

Depois de pintados, os componentes para móveis são armazenados numa área denominada como *Buffer de Semiproduto* (na Figura 6 representado com “SP”).

Nesta área, o armazenamento é feito no chão a dois níveis e o transporte é feito por empilhador. Como tal, são usadas paletes mestras IKEA (2000x800mm) e *EURO Pallets* (1200x800 mm), e por questões de segurança cinta-se o conjunto.

O abastecimento destes componentes às linhas de embalagem é feito em duas fases (linhas a preto na Figura 6). Inicialmente, com recurso a empilhador, as paletes são colocadas em *buffers* intermédios (zonas “BP” da Figura 6) antes das linhas. Na segunda fase, são transferidos para as linhas por meio de *stackers*, nas linhas Genax 2 e Kalfass (“G2” e “K” da Figura 6), e por meio de um *trolley* na linha Genax 1 (“G1” da Figura 6).

Nas linhas *Genax 2* e *Kalfass*, as paletes previamente descintadas são colocadas no chão atrás dos operadores. No caso da linha *Genax 1*, devido ao abastecimento por recurso a *trolley*, apresentado na Figura 7, foram colocados tapetes de rolos para a descarga junto à linha e para a carga do *trolley* no *buffer* intermédio. Os rolos utilizados implicam o transporte por recurso a *Base Boards* e como tal, para além da remoção das cintas, as paletes mestras vazias têm que ser removidas.

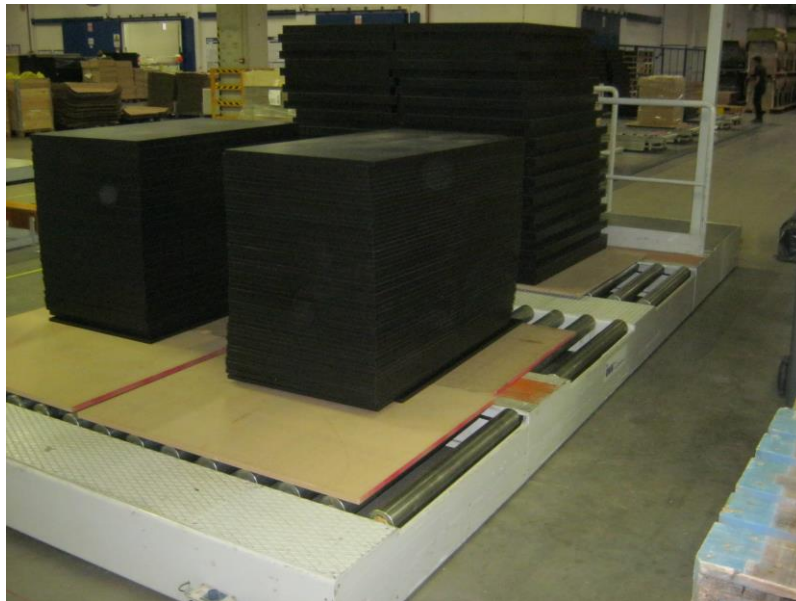


Figura 7 - *Trolley* usado no abastecimento à linha *Genax 1*.

Para além dos componentes fabricados internamente, há um conjunto de matérias-primas externas que é necessário abastecer às linhas. Por exemplo, caixas e enchimentos de cartão. Estas matérias-primas são armazenadas, em paletes, no armazém que lhes está dedicado. O processo de transporte de materiais para as linhas de embalagem é semelhante ao de abastecimento de produto semiacabado.

Neste caso, ainda no armazém de matéria-prima, é estabelecido um *buffer* de preparação de lote, denominado *Stock Point*, separado por linhas e por referência a embalar. Regra geral, as quantidades de material presentes neste *buffer* representam várias horas de produção.

Seguidamente, as paletes são transportadas para junto da linha por meio de empilhador (linhas a vermelho da figura 6). Em alguns casos, as paletes são colocadas em *buffers* como o “M” da Figura 6, e os materiais são abastecidos às linhas por operadores.

Como se pode constatar, existem vários desperdícios diretamente ligados à movimentação de materiais. Para além disso, e apesar de em muitas zonas existirem sempre elevadas quantidades de material, é frequente paragens ou outro tipo de complicações nas linhas de embalagem, por falta ou trocas de material. Numa fase inicial do projeto, constatou-se um excesso de operadores, direta ou indiretamente, ligados aos processos de abastecimento. Mesmo que sejam apenas dois os operadores responsáveis pelo abastecimento dos *buffers*

intermédios e das matérias-primas para as três linhas, um por linha *Genax* e complementando-se no abastecimento à linha *Kalfass*. Há que contar que há três abastecedores para o abastecimento desde os *buffers* intermédios às linhas e três responsáveis pela remoção de cintas, filmes plásticos e outros elementos de proteção das paletes de produto semiacabado.

Como consequência do modelo de abastecimento, os tempos de *setup* são bastante elevados. Nomeadamente na linha *Genax 1*, onde se chegam a atingir tempos de *setup* de cerca de 50 minutos. Foi através de uma análise, com vista à aplicação de técnicas SMED, dos tempos de *setup* que se denotou que o principal constrangimento para obter tempos de *setup* mais baixos era, em quase todos os casos, o abastecimento das linhas.

Em adição, a organização dos armazéns não favorece o abastecimento, em grande parte devido à ineficácia ou inexistência de um *standard* para a colocação de materiais.

3.1.2 Buffer de Semiproduto

O que se pode inferir da análise da realidade presente no *Buffer de Semiproduto* é que, apesar de existir um *standard* que aponta para a colocação de elementos de material diferente em zonas diferentes, os operadores não o cumprem e não têm condições físicas para o conseguir. A separação por tipo de material poderá ser insuficiente para obter uma resposta eficaz às necessidades nas linhas.



Figura 8 - Buffer de Semiproduto.

Como se pode verificar na Figura 8, o acesso a algumas paletes é muito complicado ou até mesmo impossível em alguns casos, como seja o caso de paletes colocadas no meio de uma fila.

Na entrada do armazém, saída da zona de *Lacquering*, está colocada uma máquina de cintagem, da marca *Strapex*. De referir, que para evitar a deterioração das peças com a cintagem e também por razões de segurança, são colocados cartões na parte superior e, por vezes, filme plástico em volta das pilhas de peças. Regra geral, o filme é colocado em paletes com elementos de melamina, pequenos mas pesados, para prevenir a queda. Também é visível que em alguns casos se colocam sacos em volta dos elementos, o objectivo é o mesmo da

colocação de filme. Em ambos os casos também se pretende impedir a penetração de pó e humidade nas peças.

Assim, podemos identificar alguns desperdícios para além dos inventários e transportes. Como sejam, a cintagem que obriga ao corte das cintas efectuado imediatamente a seguir nos *buffers*, a colocação de paletes e a colocação de cartões, filme plástico e sacos.

A esta área estão dedicados três operadores, em turno completo. Para a cintagem das paletes, é necessário um operador dedicado ao controlo da máquina e outro à sua alimentação, por recurso a empilhador, sendo que um terceiro operador é responsável pela colocação nas filas de material e organização das paletes, também recorrendo a um empilhador.

3.1.3 Armazém de Matérias-primas

O armazém de matérias-primas é onde estão todos os materiais, que não sendo produzidos internamente, também compõe as caixas. Material de apoio, como colas, filmes, rolos para etiquetagem também são armazenados neste local. Essencialmente, no que concerne ao armazenamento, está dividido em três zonas diferentes: uma de armazenamento em *Racks*, um Mezanino e uma zona de colocação de paletes em pirâmide no chão. Antes da colocação das paletes em cada zona, aquando da descarga, o material é colocado numa zona intermédia denominada *Unload_p*, onde se aguarda a validação por parte da Inspeção de Qualidade.

Para além dessas zonas, há ainda uma área dedicada à preparação de lotes (*Stock Points*), já mencionada, duas áreas dedicadas à Inspeção de Qualidade, uma área para retorno de material e sucata (*Rework*) e uma área onde são colocadas as caixas de produtos vendidos em mais do que uma caixa para posterior junção (*Casamentos*).

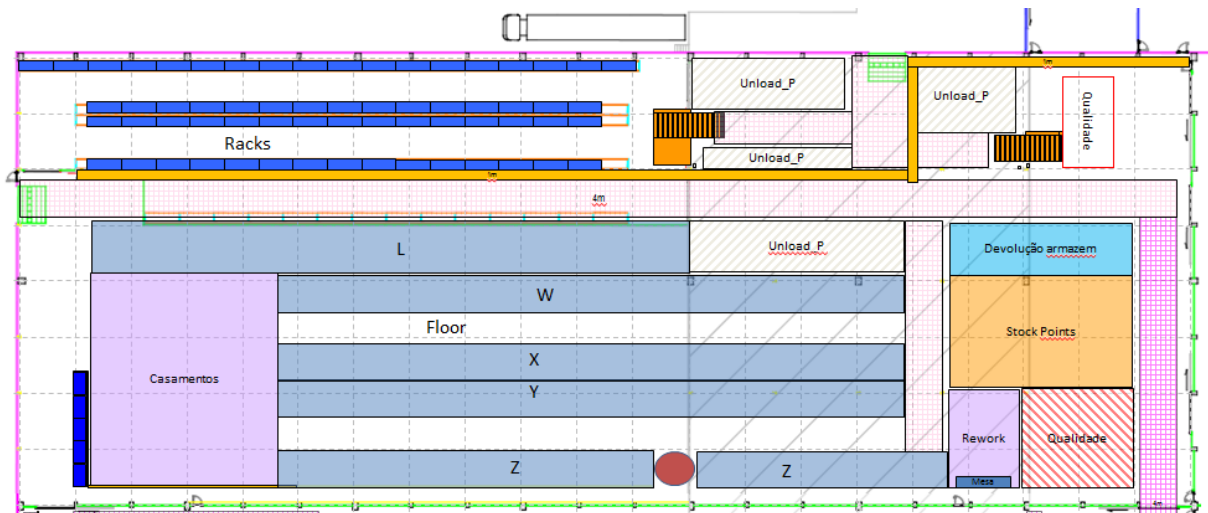


Figura 9 - Layout do armazém de matérias-primas, excluindo Mezanino.

Há um conjunto de regras quanto à alocação dos materiais nas diferentes áreas do armazém.

Começando pelos materiais colocados no *Floor* (Figura 10), correspondente às filas azuis-claras da Figura 9. Aqui, estão alocados enchimentos de cartão, paletes de cartão e componentes subcontratados que compõe os móveis, tais como, pernas metálicas, frentes de gaveta em melamina, painéis de cartão e conjuntos de ferragens em caixa. Também são armazenados, ainda que por períodos normalmente não superiores a um dia, componentes que formam os conjuntos de ferragens, cuja embalagem em caixa e separação é feita externamente, mas que primeiro são inspeccionados na Swedwood.

Tendencialmente, uma vez que esta gestão é feita pelos operadores, nas filas “X” e “Y” da Figura 9, são colocados os enchimentos de cartão e as paletes de cartão. Nas filas “W” e “Z” os componentes para móveis subcontratados, embora na fila “Z” também sejam colocados os componentes para conjuntos de ferragens. Por impossibilidade de empilhamento, e falta de espaço, as paletes que contêm os conjuntos de ferragens em caixa permanecem nas áreas referentes a *unload_p*, mesmo estando alocadas ao *Floor*. Na fila “L”, estão alocados somente caixotes com pernas metálicas, e ocasionalmente outros materiais. Sendo que o espaço dessa fila que faz fronteira com a zona de “Casamentos” raramente é usado.

Na zona de *racks*, estão alocados filmes plásticos, colas, conjuntos de ferragens em saco plástico e componentes para caixas de ferragens e papéis de proteção. Havendo limitações do número de paletes por nível de *rack* devido ao peso, o máximo permitido é de 700kg/ m² para a colocação de uma única paleta.

No Mezanino, são colocados todos os materiais que dão origem às caixas de cartão, nomeadamente os tampos de cartão e a caixa propriamente dita e também esferovites e alguns enchimentos de cartão. Para além destes, também são colocados, em pequenos *racks*, os manuais de instruções, fitas-cola e rolos para etiquetas. O transporte de paletes, de e para, o Mezanino é feito através de dois elevadores, um dedicado à carga e outro à descarga de paletes. Sendo que, no Mezanino, não podem ser colocadas paletes com mais de 500 kg/m² e 2,5m de altura.

Convém mencionar, que em qualquer uma das zonas do armazém de matéria-prima as posições para colocação de paletes estão identificadas e sempre que uma paleta é descarregada numa determinada posição, o operador insere a posição num sistema informático que controla os *stocks* no armazém.

Contundo, não existem posições fixas para cada tipo de material. Alocar os materiais em três grandes zonas gera confusão quando se pretende fazer uma análise visual, rápida, do estado do armazém. A somar a isto, é comum encontrar materiais colocados em zonas que não as que lhes estão alocadas.

Ao armazém de matérias-primas estão dedicados três operadores, dois operadores para movimentação de paletes com empilhador no *Floor* e *Racks* e outro no Mezanino.



Figura 10 - Fotografia da zona de *Floor*.

3.2 Edgeband & Drill

Conforme o descrito no capítulo introdutório, depois da montagem na área de *Frames & Coldpress*, procede-se à orlagem e furação das peças na *Edgeband & Drill*.

Nesta área, existem três linhas semelhantes e bastante automatizadas: *Homag 1*, *Homag 2* e *Biesse*, denominadas com base no nome do fabricante, e também uma máquina para reparações.

As peças, empilhadas em cima de *base boards* chegam à área por meio de rolos, e são divididas por cada linha recorrendo a um *trolley*.

No início de cada linha, existe um robot denominado na Figura 11 de “RBO IN”, para desempilhar as peças, introduzindo-as unitariamente numa primeira máquina orladora (“O1” da Figura 11). Nesta fase, e na maioria dos casos, as faces da peça orladas são as de maior dimensão. Seguidamente, a peça é rodada a 90° e orlam-se as faces mais curtas, numa outra máquina (“O2”). Posteriormente, em alguns casos, procede-se a uma primeira furação (“F”) e corte da peça, dividindo-a ao meio e originando duas novas peças mais pequenas, este processo dá-se numa máquina designada *Splitter* (“S”). Troca-se a posição das peças, numa máquina designada *Swapper* (“S”) e procede-se, numa terceira e última orladora, à orlagem das faces originadas pelo corte (“O3”). Por vezes, após esta fase, as peças voltam a ser furadas, antes de serem empilhadas por uma máquina com função inversa à de entrada.

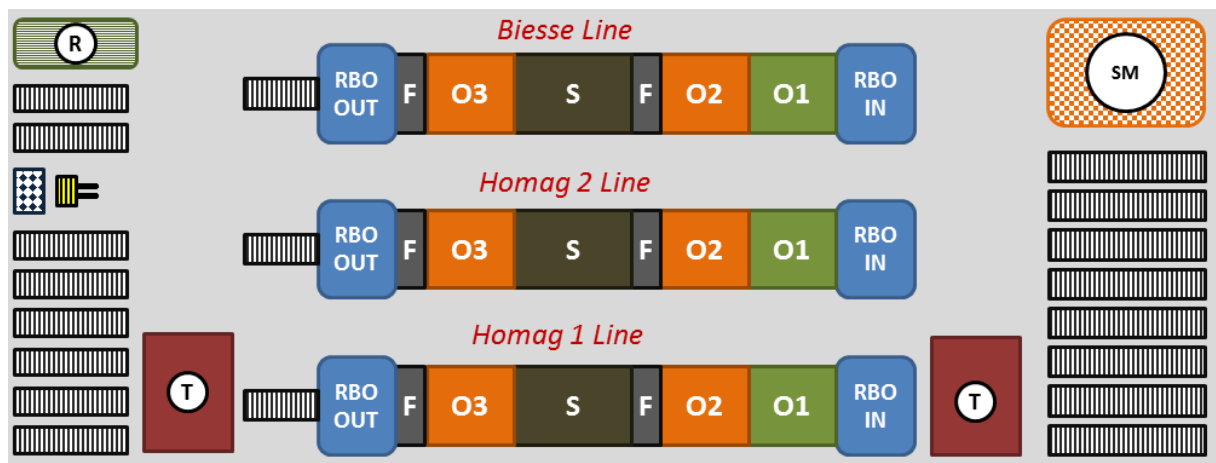


Figura 11 - Layout da *Edgeband & Drill*.

Em todas as orladoras, as peças podem ser orladas dos dois lados simultaneamente, sendo mesmo mais comum efetuá-lo. No entanto, nem todas as peças são divididas, pelo que não são orladas na 3ª orladora.

Às peças cortadas durante o processo de orlagem deu-se a designação de peças duplas, e as que permanecem com a configuração inicial são designadas peças simples.

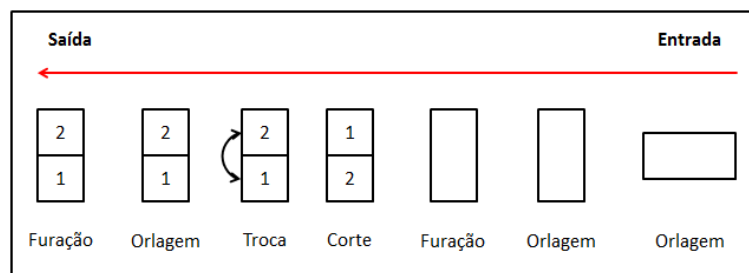


Figura 12 - Percurso de uma peça dupla numa linha de orlagem.

Embora todas as linhas tenham capacidade para processar peças de todos os tipos, as peças orladas em cada linha são diferentes. Na linha *Homag 1* orlam-se apenas peças de melamina, nas linhas *Homag 2* e *Biesse* orlam-se elementos *BoF*, sendo que a escolha de uma linha ou outra depende da cadência possível em cada linha para a peça em questão.

Há um operador responsável pela monitorização e abastecimento de cada máquina orladora, para ambos os lados da linha de orlagem. E um operador responsável pela primeira furadora. Ocasionalmente, um operador pode estar responsável por um dos lados das duas primeiras máquinas orladoras, sendo que o Responsável de Linha (*Line Leader*) ficará responsável pelo lado oposto, mantendo o número de operadores nas outras máquinas mas dispensando um operador na linha.

3.2.1 Abastecimento de matérias-primas

Cada orladora necessita de ser abastecida com fita de orla e cola. As fitas de orla, sob a forma de bobine, chegam do fornecedor empilhadas em paletes especiais. Existem orlas com espessuras de 0,55mm, 1mm e 2mm com larguras de 19mm, 33mm e 53mm, combinando os valores de espessura e largura. O comprimento das bobines varia entre 150m para bobines com 2mm de espessura de orla, 375m para espessuras de 1mm e 700m para espessuras de 0,55mm. Também diferem na cor, consoante a pretendida para o produto final. As colas vêm embaladas em sacos de cartão de 25kg e transportadas em paletes EURO. Geralmente cada palete traz 32 sacos de cola, mas este número pode ascender aos 40 sacos. Embora exista mais do que um fornecedor de cola, as colas usadas, bem como a paletização, são semelhantes.

O abastecimento a cada posto, diga-se lado da orladora, não está normalizado, pelo que, o mais comum é ser o operador responsável pela máquina dirigir-se ao supermercado, “SM” da Figura 11, e com recurso a um porta paletes transportar uma palete completa com bobines de orla. Por vezes, o responsável pelo controlo de *stocks* da área (*Stock Leader*) abastece as linhas recorrendo a um *stacker*. É também este o responsável pelo abastecimento de paletes de cola devido ao peso e dimensão das mesmas. Porém, a sua disponibilidade é reduzida, pelo que frequentemente os operadores de máquina têm que transportar sacos do supermercado para o seu posto manualmente.

Como se pode inferir, em cada posto gera-se um *buffer* com paletes de sacos de cola e de bobines de orla, como o apresentado na Figura 13.

Outros materiais, nomeadamente líquidos e brocas para a furação, também são abastecidos uma vez por dia pela Secção de Manutenção às linhas.



Figura 13 - Buffer de material junto das linhas de orlagem.

4 Apresentação das soluções propostas para cada área no tocante aos modelos de abastecimento

4.1 Packing

4.1.1 Adaptação do atual sistema de abastecimento

Com o intuito de evitar uma mudança brusca e dispendiosa, inicialmente, equacionou-se melhorar o sistema de abastecimento existente. E preparar os operadores e infraestruturas para o abastecimento com comboio logístico.

Reconhecendo o desperdício com transportes e inventários intermédios, sugere-se a limitação de duas paletes de cada elemento por *buffer* (intermédios e *stock point*), aplicando um sistema de duplo-lote com gestão visual. Os operadores encarregues pelo fornecimento de materiais aos *buffers*, repõem paletes sempre que estas são retiradas para a linha, garantido que há sempre duas paletes de cada elemento no *buffer*.

Com esta medida, tenciona-se preparar os operadores para o tipo de fluxo de materiais do comboio logístico. E introduzir um sistema de abastecimento *pull*. Ou seja, ao invés de preparar um período alargado de produção, passa-se a repor consoante o consumo de paletes. Quem comanda a cadência de abastecimento é a cadência de produção da linha, que vai “puxando” os materiais de que necessita.

No tocante ao *stock point* no armazém de matéria-prima, ver Figura 14, esta medida significa uma considerável redução do número de paletes presentes neste *buffer*. Para além da diminuição clara de desperdício, tornará todo o sistema de abastecimento mais flexível e permitirá uma resposta mais rápida a uma alteração de referência não programada.



Figura 14 – Actual preparação de lote no *stock point* de matéria-prima.

Realizou-se uma simulação em *Microsoft Excel* (Figura 15) para as referências com maior número de elementos diferentes e consideradas pelos responsáveis da área como mais críticas em termos de abastecimento, de modo a testar a viabilidade desta alteração.

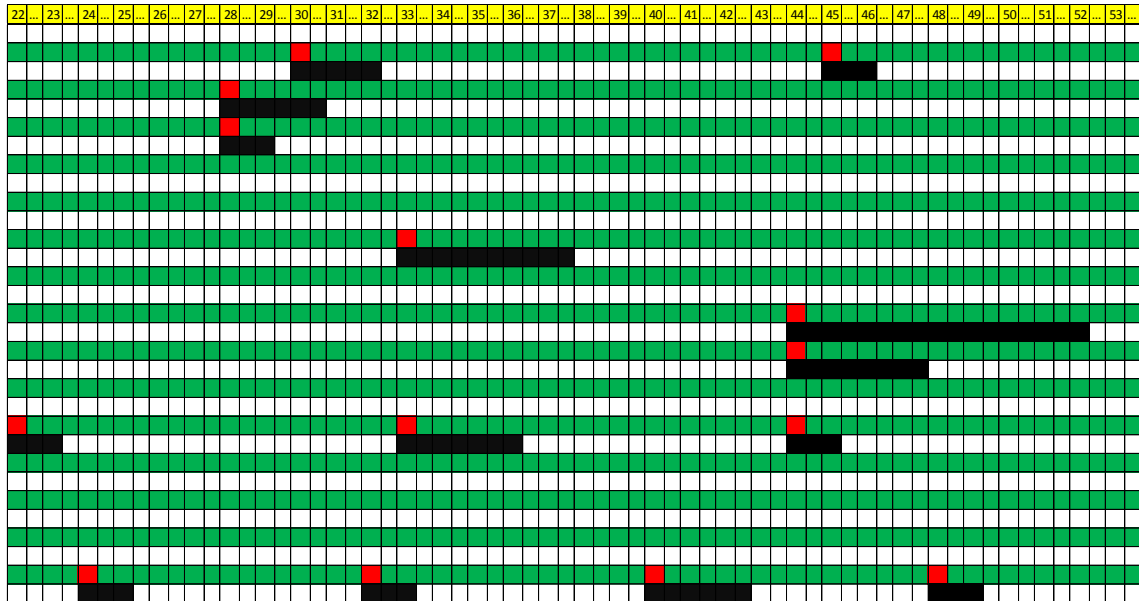


Figura 15 - Parte da simulação efectuada.

Primeiro, mediu-se o tempo que o empilhador demora a fazer a viagem: *stock point* – ponto mais longínquo do armazém – carga de paleta – *stock point* – descarga de paleta, este tempo corresponde a cerca de 1min 30seg. E considerou-se este como sendo o tempo mínimo de uma reposição de paleta no *stock point*, funcionando como margem de segurança.

Calculou-se o tempo de consumo de cada paleta nas linhas de embalagem, com base na cadência das linhas (inverso do *cycle time*), o número de elementos introduzidos em cada caixa e a quantidade presente na paleta. O tempo de consumo, corresponderá ao tempo de necessidade de reposição de uma paleta no *stock point*, assinalado pelos quadrados vermelhos da Figura 15.

Como o operador responsável pela preparação repõe uma paleta no *stock point* imediatamente após esta ser retirada para a linha, o tempo de reposição de cada paleta, é no mínimo de 1min 30seg e corresponde aos espaços a preto na Figura 15. Uma vez que, há três linhas a serem abastecidas simultaneamente por dois operadores, dedicados a esta função, sendo por vezes substituídos pelos abastecedores de linha, recorrendo a *stackers*, existe a hipótese de serem retiradas várias paletes do *stock point* ao mesmo tempo. Pelo que se considerou todas as situações em que tal poderia acontecer, sendo que o tempo de reposição da última paleta é o somatório dos tempos de reposição de todas as paletes.

Para o *buffer* de semiproduto, a redução do número de paletes por tipo de elemento teria um impacto menor. Até porque, o tempo de viagem desde o *buffer de semiproduto* até aos *buffers* intermédios é menor que a viagem ao *stock point*. Porém, como o responsável pelo abastecimento deste *buffer* também é responsável por fornecer a linha de matérias-primas, terá uma maior disponibilidade de tempo e poderá efetuar um abastecimento mais sincronizado com os consumos da linha.

4.1.2 Reorganização dos armazéns

De modo a simplificar o processo, e eliminar o desperdício com transporte de paletes, foi necessário equacionar um novo modelo de organização dos armazéns. Baseado no modelo de organização ABC (Coimbra 2009), fez-se um estudo do tempo de consumo na linha de cada palete e optou-se por colocar as paletes com consumo mais rápido, e consequentemente maior rotação, mais perto dos *buffers* e os de menor tempo de consumo mais afastados (Figura 16).

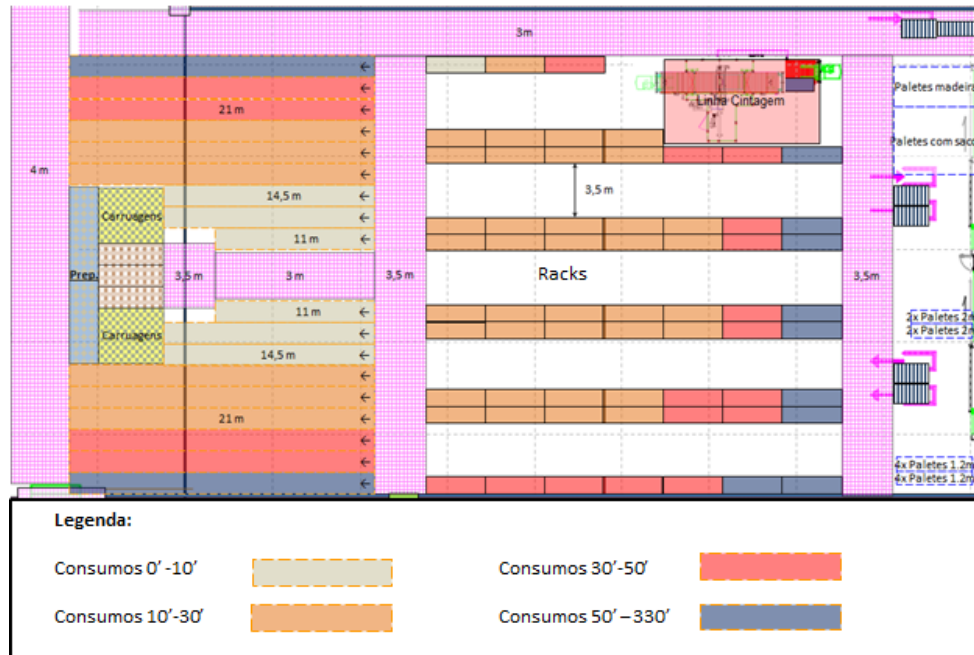


Figura 16 – Exemplo de hipótese de reorganização para o *Buffer* de *Semiproduto*.

No entanto, devido a limitações de espaço, não foi possível atribuir uma localização específica para cada elemento.

Optou-se por criar zonas de limitação por tempo, alocando as paletes por zona temporal, e impedir a colocação de mais de um tipo de material por fila. Algo a que já se procede atualmente. (Consultar Anexo A)

De modo a estabelecer a área necessária para cada zona temporal, partiu-se da previsão de vendas para o próximo ano fiscal. Com o intuito de garantir uma margem de segurança, pois os produtos são produzidos antecipadamente, foram usados os valores de pico de vendas para cada referência, e através da estrutura de cada produto calculou-se o número total de paletes de cada elemento necessárias. Uma vez que as dimensões das paletes variam consideravelmente foi introduzido um coeficiente de mais 20% ao número calculado.

Desenvolveu-se um método de gestão visual recorrendo à identificação das zonas e paletes por cor. Cada zona tem uma cor única, de acordo com a janela de tempo que lhe corresponde, e a cor das etiquetas colocadas nas paletes é a mesma da zona. Deste modo, é possível saber se uma palete está deslocada da sua zona apenas pela comparação de cor e sem recorrer a sistemas informáticos. Na identificação de cada fila ou *rack*, colocam-se marcações da cor da zona com o número da fila. As marcações no solo serão evitadas, visto que a passagem dos empilhadores e *stackers* as desgasta rapidamente pelo que serão colocadas no tecto.

Como forma de evitar falhas propôs-se adaptar os *standards* existentes a este novo método e adaptar os programas informáticos que hoje gerem as localizações. Nos *standards* existentes,

está presente a estrutura dos materiais a abastecer nas linhas, o número de elementos colocados em cada caixa e a cadência da linha. Ao operador responsável pela preparação é entregue o planeamento da produção para cada semana. Consultando o sistema informático para obter as quantidades por palete, faz as contas para saber o número de paletes necessário para o lote em produção. O *standard* manterá a estrutura dos materiais a abastecer, agora com as cores referentes à zona temporal onde se encontram as paletes de cada material. E ao invés de lhe ser entregue o planeamento de produção para a semana, ser-lhe-á entregue uma lista com o número de paletes de cada elemento que tem de abastecer para cada produção. No entanto, sempre que esse valor for superior a 10 paletes, em vez do número de paletes será dada a indicação de “Elemento Altamente Rotativo” para que o operador priorize a reposição das paletes destes elementos. (Anexo B)

Foi desenvolvida uma ferramenta em *Microsoft Excel* que faz o cálculo automático do número de paletes necessária para o lote de produção desejado.

Para simplificar a diferenciação dos produtos por linha e para que a preparação no *stock point* fosse célere, desenvolveu-se um *layout* para essa área do armazém de matéria-prima. O espaço considerado para cada linha é equivalente ao número de elementos necessários para a referência com maior número de elementos a embalar nessa linha (Figura 17).

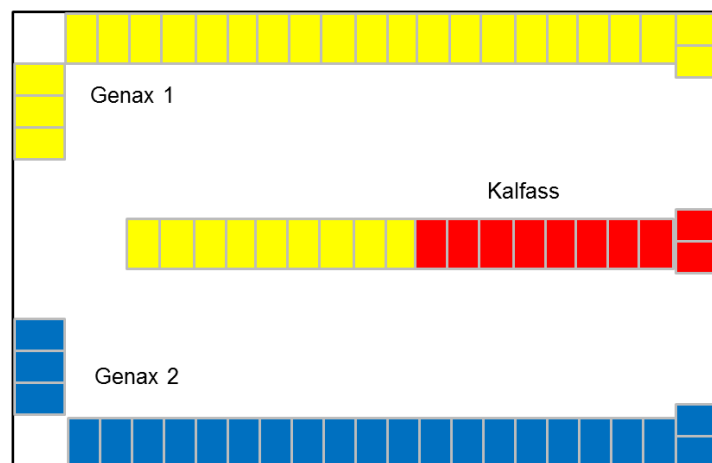


Figura 17 - Layout do stock point.

Decidiu-se manter a disposição atual dos *buffers* intermédios de produto semiacabado, até à implementação do método de abastecimento por comboio logístico. Altura em que estes *buffers* serão extintos e se criará uma área de preparação de vagões para o comboio logístico.

4.1.3 Introdução do Comboio Logístico

Após a fase inicial de introdução de pequenas melhorias no sistema de abastecimento, e uma vez reorganizados os armazéns, segue-se a introdução do comboio logístico como forma de abastecimento às linhas de embalagem. Foi decidido que se iria tratar o abastecimento das linhas de embalagem *Genax* e manter o tipo de abastecimento da linha *Kalfass*.

Equacionou-se a alteração do bordo de linha, uma vez que os materiais mais pesados (*BoF* e *Melaminas*) são abastecidos nas costas dos operadores. O que para além de prejudicar a velocidade com que os elementos são colocados nas caixas, cria uma condição pouco ergonómica, devido ao facto de os elementos estarem em paletes ou em *base boards* sobre rolos.

Equacionou-se, também, a troca de paletes por caixas e outro tipo de estruturas de transporte com menores quantidades de material. Consequentemente, seriam mais leves e uma vez colocadas na frente, ou nas costas ao nível das mãos dos operadores, potenciariam a melhoria da ergonomia dos postos de trabalho.

Todavia, numa fase posterior do projeto, devido á política de compra em grandes quantidades, para garantir o mais baixo custo, abandonou-se esta possibilidade no que toca às matérias-primas. O mesmo aconteceu para o caso dos elementos produzidos internamente. Uma alteração desta magnitude implicaria modificações nas máquinas de saída das linhas de pintura na área do *Lacquering*, acarretando custos elevados. Este investimento, implicaria a contratação de mão-de-obra dedicada à preparação das caixas e estruturas para a linha, e este processo foi visto como sendo semelhante ao de embalagem, sendo portanto encarado como um desperdício.

Posto isto, o comboio logístico terá que ser adaptado a estas realidades, e o tipo de vagão usado tem que ser capaz de transportar paletes de medidas e pesos diferentes. Os pesos por paleta podem atingir os 1165 kg. As medidas das paletes variam entre paletes de maior dimensão com áreas máximas de 2400x1000 mm e tipos de paletes menores com dimensões até 1400x1000mm. Foi pedido a fornecedores que propusessem vários tipos de solução, tendo em conta que os vagões permanecerão na linha aquando do abastecimento e serão movimentados manualmente pelos operadores.

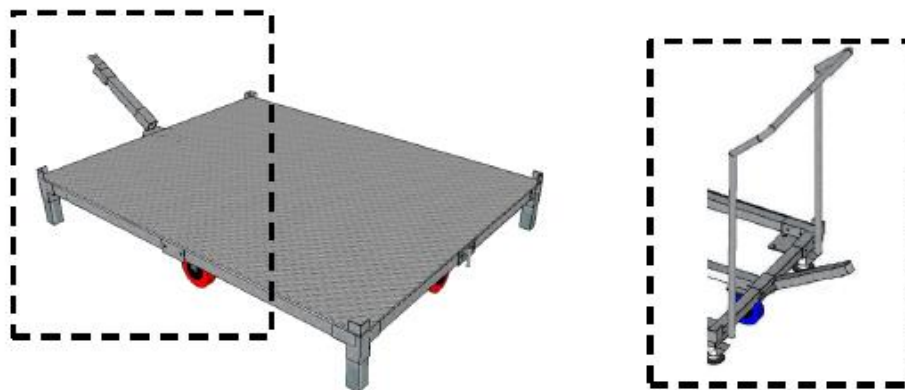


Figura 18 - Proposta para o vagão de transporte de paletes. (Fonte: 4Lean)

A solução proposta na Figura 18, garante uma força de arrasto de menos de 25 kg para uma carga de 1200kg e permite o acoplamento de uma pega para movimentação do vagão manualmente.

Para além disso, o espaço entre linhas não permite a colocação de mais do que duas paletes junto da linha, sendo que nem em todas as referências tal é possível. Isto é devido ao comprimento das linhas de embalagem, uma vez que as dimensões das paletes e a posição em que têm de ser colocadas junto à linha, obrigaria à extensão da linha para a colocação de duas paletes por elemento. Tendo isto em atenção, optou-se por aumentar o comprimento das linhas *Genax*, algo que só é possível uma vez eliminados os *buffers* intermédios de produto semiacabado. A eliminação deste *buffer* permite o aumento das linhas até 11,6m, prevenindo a entrada em produção de produtos com maior número de elementos. Garante-se, deste modo, que em todas as referências, que atualmente se encontram em produção, é possível a colocação de duas paletes na linha.

Também foi considerado que a utilização de *kanbans* físicos, nomeadamente em cartão, deveria ser evitável. O uso de *kanbans* em cartão na área, já tinha sido estudado pela organização tendo-se na altura optado pela não implementação.

4.1.4 Rotas do Comboio Logístico

Optou-se por utilizar dois comboios logísticos, um para o abastecimento de matérias-primas, iniciando a rota na área de preparação do armazém de matéria-prima e um segundo para o abastecimento de elementos *BoF* e Melamina, que parte da zona de preparação do *Buffer de Semiproduto* (ver Figura 19).

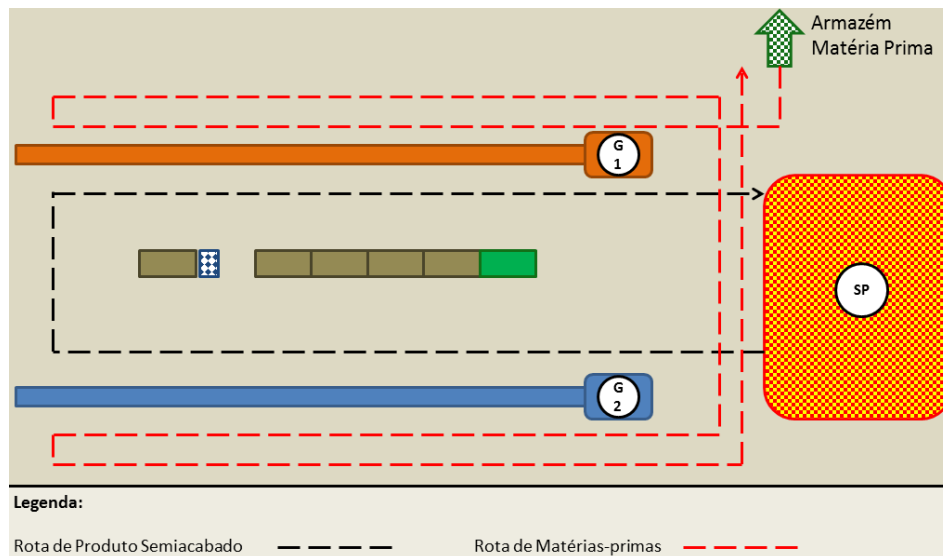


Figura 19 - Rotas dos comboios logísticos para abastecimento às linhas *Genax*.

Assim, desenvolveram-se dois ficheiros em *Microsoft Excel*, impondo tempos por rota de abastecimento de 10min e 20min e simulando as necessidades ao longo de um turno de produção. Consideraram-se as quantidades múltiplas dos consumos por tempo de rota, mais próximas das quantidades já existentes.

Como se indicou, a alteração de quantidades é impossível. Pelo que se chegou a ponderar definir um tempo de rota igual ao tempo de consumo da paleta mais rápida. Para o comboio de abastecimento de matérias-primas esse tempo seria de 7min e para o comboio de abastecimento de elementos de produto semi-acabado de 8min, no entanto não se irá considerar um tempo fixo por rota como se explicará em seguida.

Devido ao constrangimento de espaço já abordado, e porque não existem quantidades por paleta com consumos múltiplos de qualquer tempo de rota que possa ser considerado, as quantidades presentes na linha são o equivalente a duas paletes por elemento.

De modo a que o abastecedor consiga entender facilmente quando e quais as paletes que necessita de abastecer, sem o uso de *kanbans* físicos e não envolvendo os operadores na linha, optou-se pela gestão visual e um método de revisão contínua. Neste método, “...o *Mizusumashi* verifica as peças de *WIP* para o próximo abastecimento ao mesmo tempo que fornece as peças correspondentes à revisão anterior. Assim, o *Mizusumashi* está continuamente a circular pelo chão de fábrica.”(Nomura and Takakuwa 2006).

Optou-se, então, por circular os comboios logísticos continuamente pelo chão de fábrica, sem um tempo de rota definido. Na eventualidade de se definir um tempo por rota, isto na

possibilidade de garantir as quantidades necessárias, esse tempo teria que ser diferente para cada referência, também porque o consumo nas linhas não é constante. Tal, pode ser devido a eventuais paragens de linha, mas sobretudo devido a defeitos nas peças, o que leva a que estas sejam descartadas durante a embalagem.

Em cada viagem, o operador no comboio logístico, percorre a rota verificando quais as paletes que se encontram em fim de consumo, e abastecendo as que na viagem anterior estavam na mesma situação. Recolhendo os vagões com paletes vazias e deixando vagões com paletes cheias. Como se prevê que a viagem demore menos que o menor tempo de consumo de uma paleta, e uma vez que se encontrarão duas paletes na linha. Não é de crer que surjam paragens devido ao abastecimento das linhas. Esta previsão é feita com base no tempo de 7min, que é o menor tempo de consumo para as paletes existentes. E no tempo de ida e volta de um empilhador da linha *Genax 2* ao *stock point* no armazém de matérias, cerca de 40seg, que é a maior viagem que um comboio logístico efetuará.

Uma vez que a unidade de transporte é a paleta, e dado que nos armazéns estas se encontram no chão ou em *racks*, é necessário recorrer a empilhadores para preparar os vagões para a próxima viagem. Por essa razão, é necessário criar uma área de preparação para o abastecimento de produto semiacabado, ilustrada na Figura 20, e alterar a área de preparação no armazém de matérias-primas (Figura 21). Nestas áreas terá que existir um número de vagões equivalente a metade do total de vagões nas linhas, como medida de segurança.

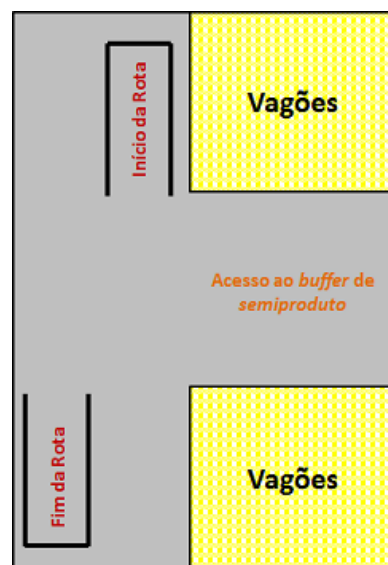


Figura 20 - Área de preparação do comboio logístico com produto semiacabado.

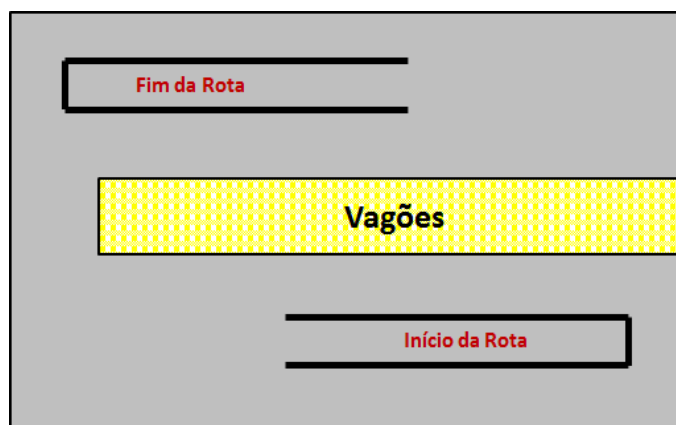


Figura 21 - Área de preparação dos vagões no armazém de matéria-prima.

4.1.5 Sistema informático de transferência de informação

Com a intenção garantir uma passagem de informação rápida entre os responsáveis de preparação e os condutores do comboio logístico, propôs-se a criação de uma ferramenta informática, tipo *eKanban* e a qual se denominou *KanMizu*. Estará instalada em computadores nos empilhadores e no reboque do comboio logístico.

KanMizu, é uma ferramenta informática que irá permitir a transferência de informação entre todos os responsáveis de abastecimento de linhas e o pessoal de armazéns, e vai ser desenvolvida internamente pelo Departamento Informático. Permitirá, também, o controlo de *stocks in-time*, e está integrada com outras ferramentas informáticas, já existentes na organização, de modo a garantir que os dados necessários ao seu funcionamento se encontram atualizados e igualmente aproveitar as potencialidades dessas ferramentas.

Pensando no percurso inverso da movimentação de uma paleta, desde a linha até á descarga do camião ou da saída do *Lacquering* podemos interpretar as funcionalidades do programa e entender o fluxo de informação.

Considere-se o caso do abastecimento de matérias-primas, por exemplo. Durante a viagem de abastecimento das linhas, o condutor do comboio logístico denota que necessita de abastecer a segunda paleta na linha *Genax 2*. Tendo presente no monitor o *layout* da linha, com as colocações das paletes para a referência que está a ser embalada. Cada paleta corresponderá a um botão, que terá o desenho da localização onde se encontra, ao clicar nesse botão está a lançar uma requisição ao responsável de preparação no armazém de matéria-prima.

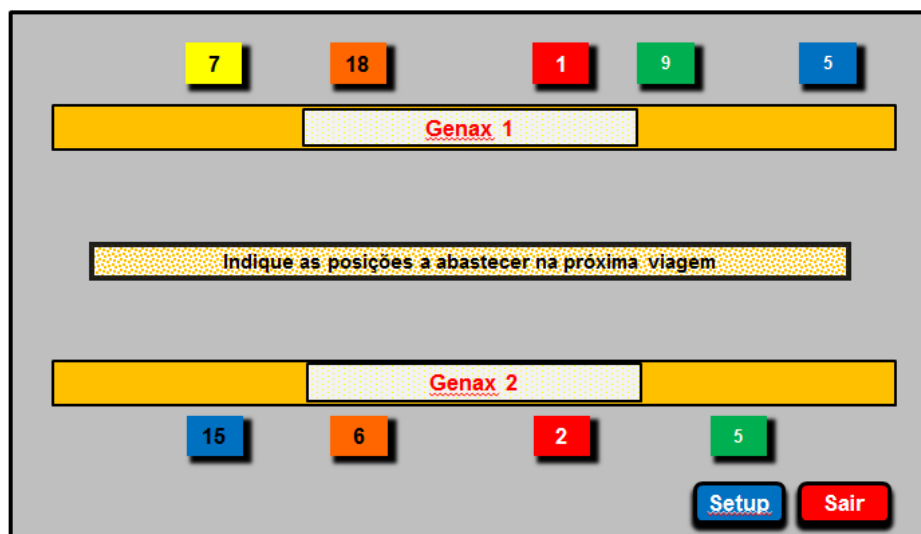


Figura 22 - Template do programa *KanMizu* no computador do comboio logístico.

O responsável de preparação recebe o pedido sob forma de lista, e segundo a ordem em que as paletes foram requeridas. Procede, imediatamente após o primeiro pedido, à preparação dos vagões para a próxima viagem e vai assinalando a retirada de cada paleta à medida que as coloca sobre o vagão. Deste modo, e tendo em conta que já existe uma ferramenta que permite conhecer o número total de paletes no armazém por elemento mas que não é capaz de atualizações rápidas, partindo do número total de paletes no momento imediatamente anterior ao de início de produção, é possível conhecer o número total de paletes em qualquer momento.

Quando se verifica um *setup* numa das linhas, o condutor do comboio logístico clica no botão de *setup* (ver Figura 22), e é lançada uma lista de paletes a preparar no computador do empilhador de preparação.

O mesmo programa que já permite o controlo de *stocks*, regista a entrada de paletes durante a descarga de um camião de matérias-primas. Neste processo, a alteração de quantidades no programa é imediata pelo que se pode utilizar esta informação a qualquer momento da produção. Ao iniciar uma descarga, no computador do empilhador dedicado a descargas será dada a localização da paleta de acordo com a zona temporal no armazém, indicando uma fila vazia ou que já contenha aquele material.

Já no que diz respeito ao abastecimento de elementos semiacabados do *buffer* de *semiproduto*, devido à inexistência de ferramentas de controlo de stocks para este armazém, o programa *KanMizu* terá que fazer todo o controlo de informação referente ao inventário.

Em suma, o programa *KanMizu* irá ajudar na criação de um fluxo *pull* de materiais e informação, representado na Figura 23, mas também no controlo de inventários.

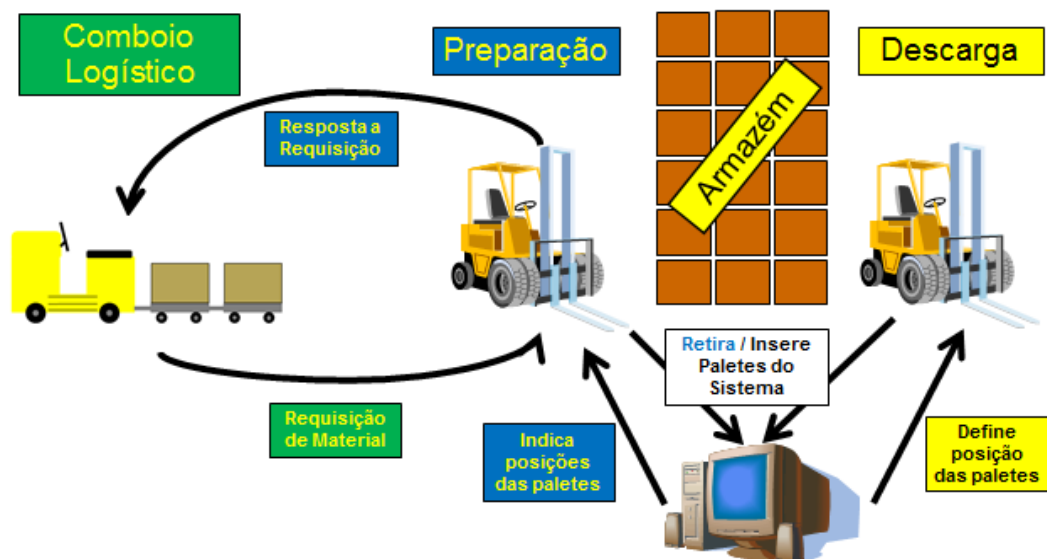


Figura 23 – Desenho explicativo do fluxo de informação utilizando do programa *KanMizu*.

4.2 Edgeband & Drill

A situação estudada foi o abastecimento de bobines de orla e sacos de cola às linhas de orlagem. A solução proposta recorre a um comboio logístico para o abastecimento das três linhas e a manutenção do supermercado existente na área.

Foi definido que a reposição dos materiais será feita de uma em uma hora com revisão periódica das necessidades impondo uma viagem intermédia, 30min após as reposições, para verificação das necessidades. Neste método, "... o *Mizusumashi* verifica as quantidades de elementos de WIP na linha, num período de tempo predeterminado e repõe os elementos correspondentes à capacidade do recipiente na linha..." (Nomura and Takakuwa 2006).

4.2.1 Abastecimento de Orlas

Fez-se uma análise das necessidades por cada peça e em cada máquina, uma vez que as quantidades de orla e colas necessárias por hora dependem da cadência das linhas para cada peça e das dimensões da própria peça.

A cadência de produção das linhas e das orladoras para cada elemento são conhecidas, bem como o comprimento de orla em cada peça. Contudo, o comprimento real de orla consumido em cada peça não é igual ao comprimento da orla da peça. Em cada orlagem há um comprimento de desperdício, isto é, a quantidade de orla consumida é ligeiramente superior à dimensão da face a orlar sendo que o desperdício é cortado imediatamente após a colagem da orla. Crê-se que o valor deste desperdício rondará os 10mm embora não haja dados que sustentem este valor. Assim sendo, foram somados 10mm às dimensões da peça de modo a permitir uma análise mais precisa dos consumos.

Através da multiplicação do número de peças produzidas por hora pelo comprimento orlado em cada face da peça, conhece-se o comprimento total de orla consumido em cada lado da orladora durante uma hora. Dividindo este valor pelo comprimento de orla nas bobines, sabe-se o número de bobines necessárias por hora, sendo este o valor inteiro do arredondamento por excesso do resultado da divisão. Consequentemente, o número de bobines permitirá mais do que uma hora de produção. Tendo em conta que a produção só se inicia quando todos os postos da linha têm orla disponível e que o abastecimento de cada posto não é simultâneo. Foi considerado que será necessário garantir que está disponível, em cada posto, orla suficiente para 15' de produção adicionais, o tempo estimado da viagem de abastecimento do comboio logístico, como margem de segurança. (Anexo C)

O abastecimento das bobines será feito em vagões, como os da Figura 24, que foram projetados para o efeito. Os vagões, terão uma largura máxima de 80 cm pois é necessário que o comboio logístico atravessasse uma zona pouco mais larga que esta dimensão. Prevê-se que a estrutura dos carros seja em aço, no entanto foi deixado à consideração do fornecedor, a quem foram fornecidos dados acerca do peso máximo que os vagões terão de suportar. De modo a tornar o processo de abastecimento mais célere serão colocados vagões iguais junto das orladoras para onde são transferidas as bobines aquando do abastecimento.

A altura dos vagões é de 60 cm de modo a proporcionar uma transferência rápida mas também ergonómica das bobines para os carregadores de orla.

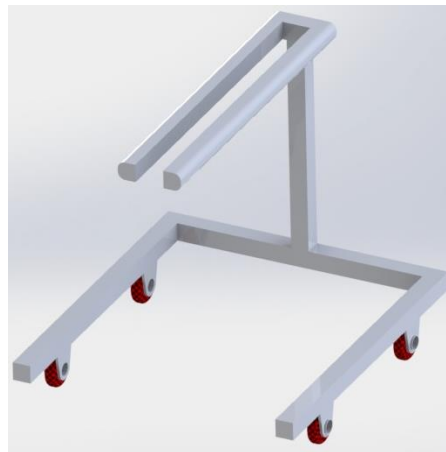


Figura 24 - Vista do vagão projectado para o transporte de bobines de orla.

Como em cada carregador (ver Figura 25) são colocadas duas bobines de orla, uma vez consumido todo o comprimento de orla de uma bobine inicia-se automaticamente o consumo da segunda, evitando paragens da máquina para abastecimento, dado que a linha pára assim que é detectada falta de orla.



Figura 25 - Fotografia de um carregador de orla e silo de cola numa orladora.

4.2.2 Abastecimento de Sacos de Cola

De modo a entender os consumos de cola por hora fez-se uma análise partindo da gramagem total de cola por cada peça, sendo este o único dado conhecido para além da massa de cola em cada saco, cerca de 25 kg. Durante o processo de colagem das orlas, há uma quantidade de cola que é desperdiçada devido a fugas e à quantidade de orla suplementar que já se abordou no subcapítulo anterior. Uma vez que, estas perdas não são contabilizadas no cálculo da gramagem por peça, para os cálculos efectuados, decidiu-se considerar uma margem de mais 20% ao valor da gramagem por peça de modo a refletir essas perdas. Na continuação deste capítulo considerar-se-á este valor como sendo o da gramagem por peça.

Como o valor da gramagem é dado por peça e não por face orlada, é insuficiente para conhecer o consumo de cola em cada lado da máquina. Assim, tendo presente o facto de algumas peças serem divididas ao longo do processo de orlagem, calculou-se o comprimento total de orla consumida por peça (ou por duas peças). Seguidamente, dividiu-se as medidas das peças orladas em cada máquina pelo comprimento total de orla consumida. Multiplicando o valor obtido pela gramagem de cola da peça, obteve-se uma estimativa razoável do consumo de cola por cada face da peça. Multiplicando os valores obtidos pelo número de peças produzidas em 60min de produção obteve-se o consumo horário de cola em máquina. Este consumo foi convertido em sacos de cola. (Anexo C)

Neste caso, também foi considerada uma margem de produção de 15min devido ao tempo que o comboio demora a cumprir a rota. Como tal adicionou-se um saco para as situações em que a quantidade de cola disponível na linha, uma hora após o abastecimento, não seja suficiente.

Foi calculado, para a situação em que para todas as linhas de orlagem o consumo de colas era maior e concluiu-se que o máximo de sacos de cola a transportar seria de 24 sacos, com um peso total de 600kg.

Foi pedido a fornecedores que se encontrasse uma solução com recurso a prateleiras ou gavetas para o transporte dos sacos. Com uma largura máxima de 80cm e que pudesse garantir um abastecimento com boas condições ergonómicas.

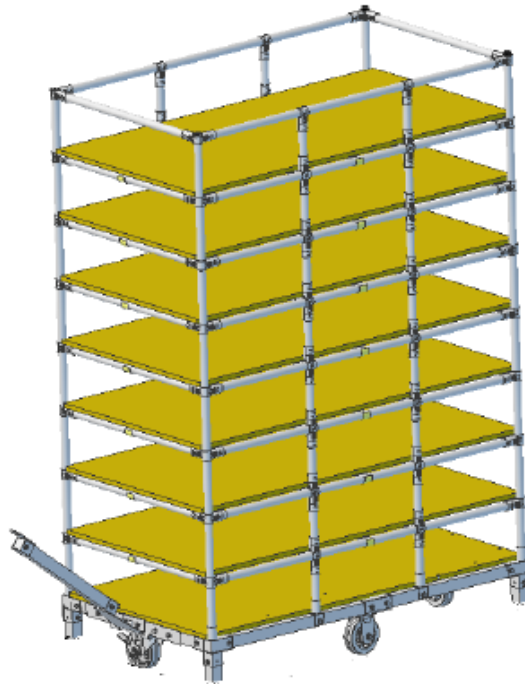


Figura 26 - Vagão para o transporte de sacos de cola. (Fonte: 4Lean)

A solução proposta encontra-se na Figura 26, contudo foi pedido que se equacionasse outro tipo de configuração em que o último nível fosse mais afastado do solo, sem comprometer uma altura máxima ao nível dos ombros.

Está em estudo a hipótese de enviar estruturas semelhantes, em madeira ou plásticos baratos, para os fornecedores de cola, de modo a que a transferência dos sacos para o vagão seja rápida e ergonómica e não a partir de uma palete. Esta estrutura terá que poder ser movimentada por empilhador e *stacker* uma vez que estes são os meios usados para abastecer o supermercado e para a carga e descarga dos camiões.

Tanto os vagões de transporte de sacos de cola como os de transporte de bobines de orla, devem ser o mais curtos possível, pois a rota do comboio logístico passa por zonas bastante apertadas e que dificultam a passagem dos vagões.

4.2.3 Rota do comboio logístico e fluxo de informação

O comboio logístico irá abastecer 18 postos de abastecimento, correspondentes aos dois lados das orladoras de cada linha.

Para o desenho da rota estabelecida na Figura 27, teve que se ter em conta a existência de um portão entre as linhas *Homag* (as duas linhas inferiores na figura) que só pode ser aberto ocasionalmente, e também a falta de espaço para curvar. Para que o regresso ao supermercado seja possível sem abrir o portão, é necessário que o reboque seja separado dos restantes vagões, vire sozinho e volte a ser engatado naquele que anteriormente seria o último vagão. A juntar a isto, os *trolleys* na entrada e saída das linhas poderão bloquear a circulação do comboio. Portanto, não existe um percurso pré definido para o regresso ao supermercado.

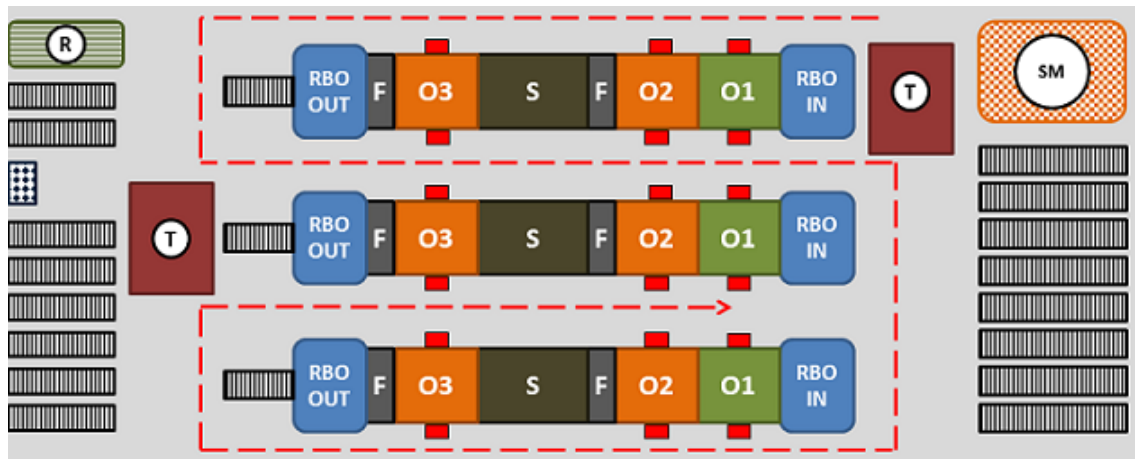


Figura 27 - Rota do comboio logístico no abastecimento das linhas de orlagem.

Em cada viagem de abastecimento irá fornecer a cada posto as bobines de orla e sacos de cola necessários para uma hora de produção. Durante a viagem intermédia irá recolher toda a informação necessária para a preparação da próxima viagem de abastecimento.

Esta informação é transmitida recorrendo a *kanbans* de transporte e de produção, que integram um *loop* adaptado do apresentado em (Coimbra 2009), e que se passa a explicar em seguida.

No final de cada semana, é entregue aos responsáveis de área o planeamento da produção, para a semana seguinte, (denominado internamente de *shift plan*) para cada linha de orlagem. Este documento encontra-se dividido por dias que por sua vez são subdivididos em turnos. São apresentadas as quantidades de cada produto a produzir, o tempo de produção calculado com base na cadência (internamente conhecido como *NPC*) e nos índices de eficiência de cada linha e os tempos de *setup*, com base nos valores obtidos nos três meses de produção anteriores.

Atualmente, tem-se investido bastante em, num futuro próximo, adaptar a realidade produtiva a um sistema de produção “*pull*”. Durante o período em que o presente projeto foi desenvolvido estava a decorrer nesta área um projeto com o intuito de diminuir os tempos de *setup*.

Foi pedido que se criassem as condições para que no futuro se procedesse ao nivelamento da produção. Assim, serão introduzidas na área ferramentas que o propiciem e que serão usadas como suporte ao abastecimento das linhas.

Decidiu-se pela implementação de uma caixa logística para onde são transferidos *kanbans* com as ordens de produção para a semana, fornecidas pelos *shift plans* para cada linha. Em conjunto com os *kanbans* de produção serão incluídos *kanbans* de transporte com as quantidades e o tipo de material a fornecer em cada hora.

Caixa Logística															
	Segunda-feira			Terça-feira			Quarta-feira			Quinta-feira			Sexta-feira		
	Turno 3	Turno 1	Turno 2	Turno 3	Turno 1	Turno 2	Turno 3	Turno 1	Turno 2	Turno 3	Turno 1	Turno 2	Turno 3	Turno 1	Turno 2
Homag 1															
Homag 2															
Biesse															
Outros/ RW															

Figura 28 - Exemplo da Caixa Logística a implementar.

Em semelhança com os *shifts plans*, a caixa logística está dividida em dias e subdividida em turnos. Sendo apresentados espaços para cada linha de orlagem, e em conjunto um espaço que irá gerir as ordens de produção de peças a retrabalhar na reparadora em cada turno. As quantidades de peças a retrabalhar serão inseridas na caixa logística pelo responsável de *stocks* da área, pois é o responsável por recepcionar as peças defeituosas vindas das áreas a jusante. De seguida o operador que estiver responsável pela reparadora irá recolher esta informação e iniciará o retrabalho.

Quanto às linhas de orlagem, os *kanbans* referentes apenas a estas três linhas, são movidos pelo responsável de abastecimento para uma caixa de nivelamento, que está subdividida em horas (que nesta fase tem ainda uma função irrelevante), e posteriormente para um sequenciador junto de cada linha. No futuro terá que ser definida uma linha que controlo do ritmo de produção (*pacemaker line*), para onde serão transferidas as ordens de produção da caixa de nivelamento.

Caixa de Nivelamento									
Turno 3	23	24	1	2	3	4	5	6	7
Homag 1									
Homag 2									
Biesse									

Figura 29 - Exemplo da caixa de nivelamento.

Em cada linha já existe um quadro electrónico que indica as quantidades produzidas e os objectivos para ordem de produção. Assim que uma linha se prepara para terminar uma ordem de produção, período anterior ao *setup*, o *line leader* retirará do sequenciador o próximo *kanban* referente à nova ordem de produção (à esquerda na Figura 30). Para além do *kanban* de produção também retira os *kanbans* de transporte (à direita na Figura 30), que acompanham os primeiros ao longo do processo de transferência de informação. Em seguida, coloca os *kanbans* de transporte, referentes ao novo produto, nos vagões que se encontram na linha, em substituição dos *kanbans* de transporte atuais. Deste modo, na próxima viagem intermédia do comboio logístico, o condutor recolhe os *kanbans* de transporte com os materiais necessários para a nova produção. Isto só é possível porque os tempos de *setup*, rondam os 40min podendo chegar a atingir 1h30min, e em caso de necessidade a viagem intermédia pode ser usada para o abastecimento da linha em *setup*.

Ordem de Produção		Requisição de Material	
Produto:	Tampo Micke 105x50 Wh	Tipo de Material	Orla 33/2 White
Tamanho do Lote:	3500	Quantidade:	8
Hora de Início:	18:00	Localização:	Fila 3

Figura 30 - Exemplos de *kanbans* a ser usados na *Edgeband & Drill*.

5 Temas abordados fora do âmbito do projeto

5.1 Formações SMED

Como se referiu no capítulo 3 foi efectuada uma análise dos *setups* nas linhas de embalagem, com vista à aplicação de técnicas SMED.

Numa fase inicial, filmaram-se alguns *setups* e analisaram-se as movimentações de todos os operadores envolvidos.

Com vista a envolver os operadores da área na melhoria dos tempos de *setup*, e uma vez colaborando com o departamento SWOP, realizaram-se ações de formação sobre técnicas SMED. Pretende-se que após estas ações de formação se forme uma equipa de trabalho conjunta para a melhoria dos tempos de *setup*.

Nestas ações de formação, tenta-se passar aos operadores a importância em termos de horas de trabalho que têm os tempos de *setup*, o impacto que a diminuição desses tempos tem para a flexibilidade da produção e a noção de que o trabalho em equipa é um pilar importante na obtenção de tempos de *setup* baixos.

Para além disso, explica-se o que são operações internas e externas de um *setup*, a importância da organização do local de trabalho e das ferramentas necessárias ao *setup*. É dado um exemplo de como as ferramentas usadas durante um *setup* devem estar o mais próximo possível da zona onde irão ser utilizadas e que quanto menor for o número de ferramentas necessárias, mais rápida e simples será a execução de uma alteração.

Mostram-se alguns exemplos de implementação de SMED noutras áreas da fábrica e abordam-se exemplos didáticos de trocas de ferramentas.

Também são apresentados os modelos internos para a normalização dos *setups*, e apresentadas as diferentes técnicas SMED.

Após esta fase, são visualizados os filmes recolhidos nas linhas e discutidas quais as melhores práticas e identificadas atividades que se podem tornar externas ao *setup*.

Em seguida é pedido aos formandos, que descrevam as atividades que realizam aquando de um *setup*, e que proponham melhorias.

Por fim, os operadores respondem a um questionário acerca dos temas abordados e posteriormente são avaliados para que se proceda à constituição da equipa de trabalho.

5.2 Auditorias 5S ao Packing

O departamento SWOP está responsável pela supervisão e consciencialização dos operadores para a importância dos 5S.

Por esta razão, e também por estar a desenvolver um projeto na área do *Packing*, tomou-se parte nas auditorias do SWOP a esta área.

Durante a auditoria todas as linhas de embalagem são percorridas e avaliadas. Sempre que algo não está de acordo com os princípios 5S é apontado para que seja corrigido.

Existe um formulário que funciona como guia e que é preenchido durante a auditoria, o que resulta numa avaliação a cada linha e à área. O formulário é apresentado no anexo D.

5.3 Estudo do bordo de linha nas linhas de embalagem

Através da avaliação de todas as referências e das entrevistas efectuadas às operadoras de linha das linhas de embalagem, definiu-se qual a referência em que as condições de trabalho na linha eram mais duras. Para melhor compreender como se poderia melhorar o bordo de linha decidiu-se realizar o trabalho de um operador na linha *Genax 2* durante um turno de produção da referência escolhida. Foram retiradas algumas notas e feitas sugestões para melhorar o desempenho e a ergonomia dos postos experimentados. Em seguida apresenta-se a situação atual dos postos e as propostas de melhoria.

Começou-se a avaliação num posto onde são inseridos nas caixas um enchimento de cartão e uma caixa de ferragens. Neste posto o material é abastecido em paletes nas costas dos operadores (situação à esquerda na Figura 31), obrigando o operador a fazer uma rotação de 180° e a baixar-se para pegar nos elementos. Foi sugerido que o abastecimento destes passasse a ser efectuado em pequenas quantidades numa mesa elevada, já existente nas linhas, à frente do operador. Se possível utilizando uma caixa plástica aberta parcialmente na face virada para o operador onde seriam colocados os enchimentos e empilhando pequenas quantidades de caixas de ferragens. A manter o abastecimento em paletes, colocá-las elevadas ao lado do operador, talvez utilizando uma paleta de madeira suplementar.

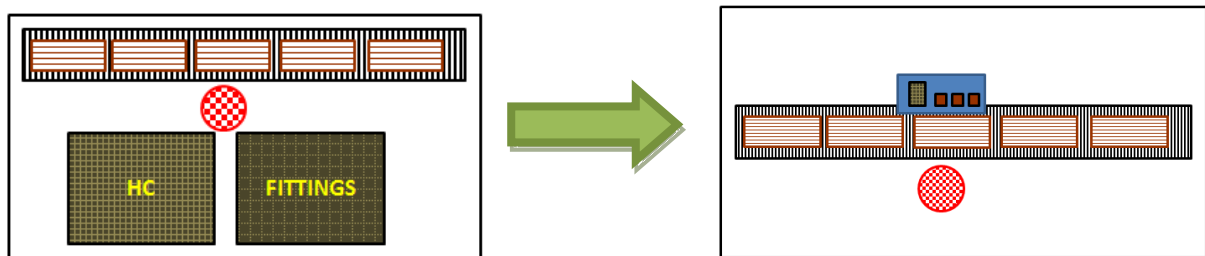


Figura 31 - Posto de colocação de enchimento e caixa de ferragens.

Este tipo de posto de trabalho é comum a algumas referências, embora nem sempre com a colocação de caixas de ferragens mas sim outros enchimentos ou peças em melamina.

Um outro posto experimentado, que é comum a toda uma gama de produtos, e em que são coladas pernas metálicas nas caixas e um enchimento de cartão. As pernas metálicas, consistem num aro fechado de forma rectangular e são abastecidas em caixotes plásticos nas costas do operador. A forma como estão embaladas, comprimidas em duas filas na vertical, e o facto de os caixotes estarem à altura da anca torna o processo bastante complicado. O enchimento está colocado ao lado do operador numa mesa elevada, (situação à esquerda na Figura 32).

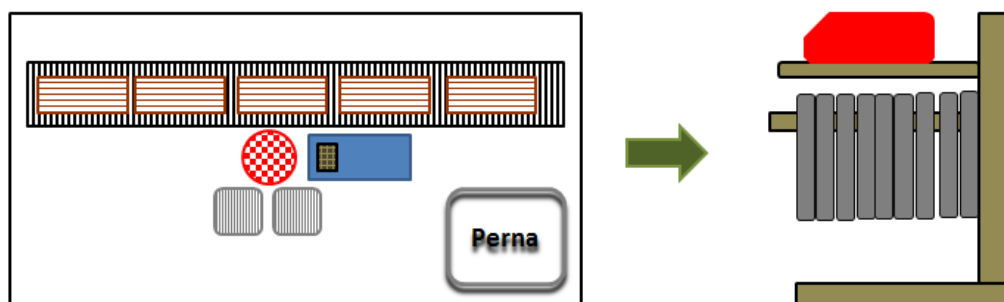


Figura 32 - Posto de colocação de pernas metálicas.

Foi proposto que o abastecimento passasse a ser efectuado na frente numa estrutura semelhante ao apresentado do lado direito da Figura 32, em que as pernas estão colocadas num braço inclinado e os enchimentos numa caixa plástica.

Fez-se, também, a análise do primeiro posto da linha, que corresponde à saída de caixas de cartão dobradas na máquina *Genax*. A máquina não consegue dobrar caixas à velocidade do tapete onde circulam as caixas e a saída da máquina encontra-se a uma altura superior do tapete. Isto obriga à dobragem de caixas manualmente de forma a criar um *buffer* ao lado do operador. Todos estes factores levam a que neste posto, em que se introduzem dois enchimentos e um papel de proteção das peças, exija um conjunto elevado de movimentos.

Os enchimentos estão colocados em paletes nas costas, e o papel numa mesa elevada em frente do operador. Numa situação em que o operador tenha que retirar uma caixa do *buffer*, faz uma rotação de 180° para pegar na caixa, outra para pegar nos enchimentos e em seguida tem de colocar o papel. Isto leva a que se atrase a colocação de peças no posto seguinte e por vezes leva à paragem do tapete da linha. Este processo demora cerca de 11 segundos ao passo que quando a caixa é retirada da máquina demora cerca de 6 segundos. Sugere-se a passagem dos enchimentos para mesa elevada em conjunto com o papel de proteção, a colocação de um plano inclinado à saída da máquina *Genax*, e uma estrutura em declive que permita receber as caixas dobradas manualmente à altura do tapete.

Para além destes postos, experimentou-se o trabalho de recolha de peças defeituosas e de abastecimento manual de alguns enchimentos. Neste caso o maior problema identificado foi o facto de algumas peças defeituosas estarem colocadas numa caixa plástica em baixo da linha, o que obriga o operador a dobrar-se para as recolher. Como estes elementos são relativamente pesados muitas vezes as caixas são arrastadas até ao ponto onde são separadas em sucata ou peças de retrabalho. Sugere-se que as caixas sejam colocadas numa estrutura com rodas onde esteja acoplado um braço que permita puxar as caixas até à zona de seriação.

Uma vez que para poder realizar o trabalho efectuado em postos onde se colocam nas caixas peças *BoF* e melaminas, seria necessária formação para poder efetuar inspeção, não se experimentaram estes postos. No entanto, a sugestão global para estes postos é a de estudar um tipo de abastecimento na frente dos operadores. Na impossibilidade de tal ser implementado, colocar plataformas que permitam a elevação das paletes destes elementos. Pensa-se que o facto de os vagões usados no comboio logístico permanecerem junto à linha passa vir a beneficiar os operadores neste sentido.

Foram medidos tempos para comprovar que o empilhamento destas peças em paletes, não só não é a situação ideal do ponto de vista ergonómico, como também prejudica a velocidade de movimentação dos operadores e, consequentemente a cadência da linha de embalagem.

Em elementos de melamina de pequenas dimensões (cerca de 400x200mm), o processo de recolha e colocação destes elementos demora cerca 5 segundos quando é feito a média altura (ao nível do antebraço) e cerca de 10 segundos quando passa para a zona abaixo da anca. Quando uma peça é rejeitada o processo demora cerca de 12 segundos.

Em peças grandes de *BoF* com medidas de comprimento que rondam os 1000mm, o processo de colocação é feito por dois operadores e demora entre 3 segundos à altura do ombro e 9 segundos à altura abaixo da anca.

6 Conclusões e sugestões para o futuro

O projeto desenvolvido irá promover a organização no sentido de um modelo de produção “pull”.

A implementação da solução para o abastecimento às linhas de embalagem, ajudará na redução de desperdícios na área, nomeadamente com transportes e inventários e tornará a produção mais flexível, sendo que a velocidade de resposta a alterações é maior. Prevê-se, também, que os tempos de *setup* reduzam, devido ao novo sistema de abastecimento.

Com esta solução, reduz-se o número de operadores necessários para o abastecimento, crê-se que sejam dispensáveis entre 3 a 4 operadores. Reduz-se, também, os custos de aluguer e manutenção de *stackers* e empilhadores.

Acredita-se que não haverá paragens das linhas por falta de abastecimento, eliminando-se todo o custo que isto representa na produção.

Os armazéns irão ficar organizados mais de acordo com as necessidades das linhas, mas sugere-se a busca de soluções que permitam atingir uma localização fixa para cada elemento. Uma das soluções estudadas durante o projeto recorria a *flow-tracks*. Acredita-se que para o armazém de matérias-primas, esta seja a melhor solução, mantendo como unidade de carga a paleta.

Todavia, sugere-se a passagem para outro tipo de unidades de carga mais simples, pequenas e fáceis de transportar, reduzindo as quantidades por unidade de carga. Tal, não deve ser feito sem equacionar primeiro um tempo de rota para o comboio logístico e adaptar as quantidades aos consumos das linhas.

Para esta área é importante o desenvolvimento de melhorias no bordo de linha. A situação ergonómica não é a melhor, levando a que os tempos de colocação das peças variem consideravelmente durante a produção; como tal, a cadência da linha não é constante.

No tocante à solução desenvolvida para as linhas de orlagem, acredita-se que as melhorias serão mais visíveis a longo prazo. Quando se atingirem tempos de *setup* mais baixos, reduzirem os valores de peças para retrabalho, que hoje levam à superprodução, e quando se implementar nas áreas a jusante uma filosofia *pull* de fluxo de materiais e informação. Nessa altura será possível o nivelamento da produção, e a criação de um *loop* de informação e materiais mais adequado às ferramentas introduzidas com o projeto.

No entanto, há melhorias que serão visíveis pouco tempo após a implementação. Cumprir-se-á o FIFO (*First-in-first-out*) para as bobines de orla e sacos de cola. Diminuir-se-á drasticamente as quantidades de *stock* junto das orladoras. O abastecimento irá ajudar na diminuição de paragens das linhas, pois irá garantir o material necessário ao funcionamento das mesmas quando este é necessário.

Por último, sugere-se a criação de secção de logística interna que fique responsável pela gestão das movimentações de material na fábrica, pela continuação do desenvolvimento das soluções apresentadas neste texto e que trabalhe na procura de melhorias no abastecimento às outras áreas da fábrica.

Referências

- Coimbra, E.A. 2009. *Total Flow Management: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains*: Kaizen Institute.
- Faccio, M., M. Gamberi, and A. Persona. 2013. "Kanban number optimisation in a supermarket warehouse feeding a mixed-model assembly system." *International Journal of Production Research* no. 51 (10):2997-3017.
- Gapp, R., R. Fisher, and K. Kobayashi. 2008. "Implementing 5S within a Japanese context: An integrated management system." *Management Decision* no. 46 (4):565-579.
- Hirano, H. 1996. *5S for Operators: 5 Pillars of the Visual Workplace*: PRODUCTIVITY PressINC.
- Hirohito. *Gyokuon-hōsō* 1945 [cited 02-07-2013. Available from <http://www.history.com/topics/hirohitos-surrender>.
- IKEA. 2013. *IKEA 2013* [cited 15-06-13 2013]. Available from www.ikea.com.
- Imai, Masaaki. 1986. *Kaizen (Ky'zen), the key to Japan's competitive success*: McGraw-Hill.
- Imai, Masaaki. 1997. "Gemba Kaizen: A Commonsense." *Low-Cost Approach to Management*.
- Institute, Lean Enterprise, C. Marchwinski, and J. Shook. 2003. *Lean Lexicon: A Graphical Glossary for Lean Thinkers*: Lean Enterprise Institute.
- Jacobs, F.R., R.B. Chase, and R. Chase. 2010. *Operations and supply chain management*: McGraw-Hill Irwin.
- Liker, Jeffrey K. 2006. *The Toyota Way Fieldbook: A Practical Guide for Implementing Toyota's 4Ps;[companion to the International Bestseller "The Toyota Way"]*: McGraw-Hill.
- McIntosh, R. I., S. J. Culley, A. R. Mileham, and G. W. Owen. 2000. "A critical evaluation of Shingo's 'SMED' (Single Minute Exchange of Die) methodology." *International Journal of Production Research* no. 38 (11):2377-2395.
- Nomura, J., and S. Takakuwa. 2006. "Optimization of a number of containers for assembly lines: the fixed-course pick-up system." *International Journal of Simulation Modelling* no. 5 (4):155-66. doi: 10.2507/IJSIMM05(4)3.066.
- Ohno, Taiichi. 1988. *Toyota production system: beyond large-scale production*: Productivity press.
- Satoglu, S. I., and I. E. Sahin. 2013. "Design of a just-in-time periodic material supply system for the assembly lines and an application in electronics industry." *International Journal of Advanced Manufacturing Technology* no. 65 (1-4):319-332.
- Shingō, Shigeo. 1989. *Study of the Toyota production system: from an industrial engineering viewpoint*: Productivity Pr.
- Sugimori, Y., K. Kusunoki, F. Cho, and S. Uchikawa. 1977. "TOYOTA PRODUCTION SYSTEM AND KANBAN SYSTEM. MATERIALIZATION OF JUST-IN-TIME

AND RESPECT-FOR-HUMAN SYSTEM." *International Journal of Production Research* no. 15 (6):553-564.

Swedwood. 2013. *Swedwood* 2013 [cited Junho 2013]. Available from www.swedwood.com.

Toyota, Forklifts Europe. Toyota Production System and what it means for business. edited by Toyota Forklifts Europe.

Womack, J.P., and D.T. Jones. 2010. *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Free Press.

ANEXO A: Ficheiros para a organização dos armazéns

Item	Order multiple	Rate of Consumption 1	Rate of Consumption 2	Rate of Consumption 3	Min Rate	Location	Weight/Plt (kg)	Time Area	Min Plts Order
A	10000	588	1250		588	Mez	250	450	1
B	12500	520	735	1562	520	Mez	620	450	8
C	10000	625	909		625	Mez	30	450	1
D	10000	625	909		625	Mez	30	450	1
E	1000	125			125	Floor6	241	120	1
F	750	93			93	Floor5	369	90	1
G	750	93			93	Floor5	360	90	1
H	2500	312			312	Racks	411	225	1
I	83200	11885			11885	Mez	607	450	1
J	5000	294	625		294	Racks	55	225	1
K	1000	142			142	Floor6	264	120	1
L	1000	142			142	Floor6	269	120	1
M	1000	142			142	Floor6	386	120	1
N	1000	142			142	Floor6	386	120	1
O	1000	142			142	Floor6	342	120	1
P	1000	142			142	Floor6	363	120	1

A tabela acima apresentada, teve como objectivo dividir os produtos nas diferentes áreas do armazém de acordo com o tempo de consumo das paletes nas linhas de embalagem.

Para melhor compreensão, refira-se que a tabela é constituída por colunas com diferentes designações. Assim *item* refere-se a cada elemento analisado (indicados de “A” a “P” por questões de confidencialidade), *Order Multiple* corresponde à quantidade por paleta, *Rate of Consumption* refere-se ao tempo de consumo de cada paleta para as referências em que esses elementos são usados, *Min Rate* é o valor mínimo de todas as *Rate of Consumption*, *Location* corresponderá à nova localização da paleta, *Weight/Plt* ao peso da paleta, *Time Area* à aproximação do *Min Rate* aos tempos referentes a cada zona e *Min Plts Order* ao mínimo de paletes em cada encomenda.

Tempo de Permanência na Linha (Min)	% de Paletes	Totais por tipo de paleta
>=450	21,5	106
[225;450[	11,2	55
[120;225[	21,7	107
[90;120[	12,4	61
[60;90[	9,7	48
[30;60[	14,0	69
[10;30[	9,1	45
[5;10[	0,4	2

Na tabela anterior estão apresentados os números totais por tipo de palete em cada zona de tempo.

Na tabela seguinte apresentam-se os totais de paletes em cada zona de tempo com base nas previsões de vendas para o próximo ano fiscal. Em que os produtos “Subcontratados” referem-se aos elementos que apenas são inspecionados na Swedwood e que também passam a ter uma zona própria. Em qualquer uma das tabelas, os cálculos referem-se às matérias-primas. Os cálculos efectuados para produto semiacabado são os mesmos.

	Totais		Tempo
0	235	Descontínuados	
Floor1	387	Vermelho	[5;10[
Floor2	443	Laranja	[10;30[
Floor3	1025	Amarela	[30;60[
Floor4	234	Verde	[60;90[
Floor5	414	Azul	[90;120[
Floor6	372	Roxo Claro	[120;225[
Racks	149	"R"	[225;450[
Mez	124	"M"	>=450
Subcontratados	1212	"S"	
Total Geral	4595		

ANEXO B: Ferramenta em *Microsoft Excel* para cálculo de paletes necessárias

	A	C	D	F	G	H	J	K	L	M	N
1											
2	Alterar --->	Tamanho do Lote	3600	Unidades							
3											
4	Produto	Item no.:	Descrição do Item	Qtd/Paleta	Quantidade na Linha	Consumo/ Caixa	NPC	Taxa de Consumo (min)	Consumo/ minuto	Nº Paletes Necessárias	
5				10000	10000	1	11	909	11	1	
6				520	520	1	11	47	11	7	
7				425	425	1	11	39	11	9	
8				372	372	1	11	34	11	10	
9				8000	8000	1	11	727	11	1	
13				11200	11200	1	11	1018	11	1	
14				9000	9000	1	11	818	11	1	
15				11200	11200	1	11	1018	11	1	
16				80000	80000	1	11	7273	11	1	
17				3000	3000	1	11	273	11	2	
19				2200	2200	1	11	200	11	2	
20				2075	2075	1	11	189	11	2	
21				11200	11200	1	11	1018	11	1	
22				112	112	1	11	10	11	33	
23				220	220	3	8	9	24	50	
24				5000	5000	2	8	313	16	2	
25				1992	1992	2	8	125	16	4	
26				25000	25000	2	8	1563	16	1	
27				12500	12500	2	8	781	16	1	

ANEXO C: Cálculos para o abastecimento na *Edgeband & Drill*

			Dimensões			Dimensões (+10mm)		Orbitara 1		Orbitara 2		Orbitara 3		Bómbes 60mm			Moldes Extra			Bómbes (5" Vácuo)			Totais								
			Duplos JPC	Epessura de Chão	Comprimento	Largura	Epessura	Comprimento	Largura	Pegels/Min	Bómbes/Min	Pegels/Min	Bómbes/Min	Pegels/Min	Bómbes/Min	Ort.1	Ort.2	Ort.3	Ort.1	Ort.2	Ort.3	Ort.1	Ort.2	Ort.3	Labo	Unidade					
65x12	2	56	19	776	336	16	786	346	28	75000	32,9405	28	75000	74,8348	28	75000	74,8348	28	75000	74,8348	2	1	1	5,386333	14,8945	14,8945	3	2	2	7	14
65x11	1	28	19	386	336	16	396	346	28	75000	65,306	28	75000	74,8348				1	1		5,386333	14,8945				2	2		4	8	
2	2	30	19	1390	780	16	1400	790	15	75000	34,5238	15	75000	61,1814	15	75000	61,1814	20	75000	52,0833	2	1	1	9,047619	11,8045	11,8045	3	2	2	7	14
	2	40	19	780	686	16	790	696	20	75000	45,8861	20	75000	52,0833	20	75000	52,0833	20	75000	44,6667	2	2	2	31,77215	44,6667	44,6667	2	2	2	6	11
50x49x12	2	30	19	1744	780	16	1754	790	15	75000	27,5561	15	75000	61,1814	15	75000	61,1814	15	75000	61,1814	3	1	1	22,6819	11,8045	11,8045	3	2	2	7	14
	2	30	19	1392	784	16	1402	794	15	75000	34,4746	15	75000	60,8732	15	75000	60,8732	15	75000	60,8732	2	1	1	8,9912	8,87216	8,87216	3	2	2	7	14
105x149x12	2	30	19	1392	780	16	1402	790	15	75000	34,4746	15	75000	61,1814	15	75000	61,1814	15	75000	61,1814	2	1	1	8,9912	11,8045	11,8045	3	2	2	7	14
	1	18	19	1168	675	16	1178	685	18	37500	17,8653	18	37500	30,4136				4	2		10,7437	8,87251				5	3		8	14	
	1	18	19	768	675	16	778	685	18	37500	26,7761	18	37500	30,4136				3	2		20,3419	8,87251				3	3		6	11	
	1	15	33	1490	550	50	1500	560	15	37500	16,6667	15	37500	44,6429				4	2		6,666667	29,6571				5	2		7	11	
	2	48	33	1004	348	30	1014	358	24	15000	6,16712	24	15000	17,4561	24	15000	17,4561	24	15000	17,4561	10	4	4	1,637708	9,832402	9,832402	11	5	5	21	44
1	2	56	19	916	285	16	926	295	28	15000	5,78525	28	15000	18,1598	28	15000	18,1598	28	15000	18,1598	11	4	4	3,637786	12,8923	12,8923	12	5	5	22	44
	2	56	19	916	285	16	926	295	28	15000	5,78525	28	15000	18,1598	28	15000	18,1598	28	15000	18,1598	4	4	4	3,7751	12,8923	12,8923	5	5	5	15	38
3x12	2	56	19	326	285	16	336	295	28	15000	15,9439	28	15000	18,1598	28	15000	18,1598	28	15000	18,1598	4	4	4	3,7751	12,8923	12,8923	5	5	5	15	38
1	2	34	19	564	568	16	574	578	17	15000	15,372	17	15000	15,2656	17	15000	15,2656	17	15000	15,2656	4	4	4	1,4881	1,06247	1,06247	5	5	5	15	38
	2	34	19	564	568	16	574	578	17	15000	15,372	17	15000	15,2656	17	15000	15,2656	17	15000	15,2656	4	4	4	1,4881	1,06247	1,06247	5	5	5	15	38
x12	2	40	19	282	358	16	292	368	20	15000	25,1849	20	15000	28,3804	20	15000	28,3804	20	15000	28,3804	3	3	3	17,6479	11,4134	11,4134	3	4	4	11	22
x12	2	36	19	671	362	16	681	372	18	15000	12,2489	18	15000	22,4014	18	15000	22,4014	18	15000	22,4014	5	3	3	11,8053	7,20401	7,20401	6	4	4	14	22
	2	36	19	671	362	16	681	372	18	15000	12,2489	18	15000	22,4014	18	15000	22,4014	18	15000	22,4014	1	1	1	11,8053	7,20401	7,20401	6	4	4	14	22
10x1	2	12	19	916	390	16	926	400	6	75000	120,49	6	75000	302,083	6	75000	302,083	6	75000	302,083	1	1	1	70,4955	242,083	242,083	1	1	1	3	6
	2	12	19	916	390	16	926	400	6	75000	120,49	6	75000	302,083	6	75000	302,083	6	75000	302,083	7	3	3	9,775715	12,2544	12,2544	8	4	4	16	3
0	2	56	19	640	332,2	16	650	342,2	28	15000	8,2476	28	15000	15,655	28	15000	15,655	28	15000	15,655	8	4	4	5,934065	2,62022	2,62022	9	5	5	19	3
0 Back x12	2	32	19	728	550	16	738	560	16	15000	12,7033	16	15000	16,7411	16	15000	16,7411	16	15000	16,7411	5	4	4	3,51626	6,96426	6,96426	6	5	5	16	3
0 Back x Front	1	24	19	540	459	16	550	469	24	15000	11,3656	24	15000	13,3652				6	5		8,181818	6,65113				7	6		13	2	
Top/Bottom	1	16	19	358	457	16	348	447	16	15000	17,1077	16	15000	20,9732				4	3		8,43657	2,91463				5	4		9	1	

			Cola por face			Por Pega			Por Min			Por hora			Horas/saco			Sacos			Min Extra Hora			\$/Viagem 15' Via			Totais																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Col/ Pega	20%	Comp Total Col/ Pega	C	L	L				Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	min	Maq.2	min	Maq.3	min	Maq.1	Maq.2	Maq.3	1	2	3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	1	2	3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq.1	Maq.2	Maq.3	Maq

ANEXO D: Formulário Auditorias 5S

[illegible]

